

明 細 書

CPUクロック制御装置、CPUクロック制御方法、CPUクロック制御プログラム、記録媒体、及び伝送媒体

技術分野

[0001] 本発明は、情報処理装置におけるCPUの動作周波数を制御して消費電力の削減を行うCPUクロック制御装置、CPUクロック制御方法、CPUクロック制御プログラム、記録媒体、及び伝送媒体に関するものである。

背景技術

[0002] 情報処理装置(コンピュータ)は中央演算装置(CPU)が命令を解釈、実行することで動作するが、CPUが消費する電力はその動作周波数(単位時間あたりに入力するクロック数)により変化する。動作周波数の制御によりCPUの消費電力を削減する方法は、様々なものが考案、実用化されている。

[0003] 代表的な電力削減方法として、CPUを最大動作周波数で駆動することで要求される処理をなるべく早く行い、処理の必要の無い時間(アイドル時間)ではクロックを停止する方法がある。例えば、最大動作周波数が100MHzのCPUで50M(メガ)クロック分の処理を1秒以内に行う必要が有る場合を考える。この場合は、まず100MHzの動作周波数で0.5秒間CPUを駆動して処理を完了させ、残りの0.5秒間はクロックを完全に停止するといった処理を行う。また別の方法として、要求される時間内で処理を完了できる最小の動作周波数を算出し、その動作周波数でCPUを駆動する方法がある。例えば、50Mクロック分の処理を1秒以内に行う必要が有る場合、50MHzの動作周波数で1秒間CPUを駆動する。この2つの方法は、いずれも処理に必要な最小限のクロックだけを使うことで無駄なクロックを削減し、CPUの消費電力を抑えるものである。

[0004] 要求される時間内で処理を完了できる最小動作周波数を算出して用いる技術として、タスク毎に要求するCPUの性能情報を用いて、必要最小限の動作周波数でCPUを動作させるクロック制御装置が開示されている(特許文献1参照)。また、CPUを複数備えたシステムにおいて、タスクを遅延なく処理するように動作周波数を変化さ

せる演算処理システムが発明されている(特許文献2参照)。

- [0005] 1クロックの入力でCPUが消費する電力は、その電源電圧の2乗に比例することが知られている。また、CPUの動作周波数を上げる為には、同時に電源電圧を上げる必要があることが多い。従って、このようなCPUでは、1クロックあたりに消費する電力が動作周波数によって異なるため、同じだけの処理量でも合計消費電力が異なる。例えば、動作周波数に比例した電源電圧が必要となるCPUを用いると、前記従来の2つの電力削減方法では1秒間の総クロック数(=処理量)は同じだが、この1秒間の消費電力は後者が前者の $1/4$ になる。また、同様に、同じ量の処理を同じ時間内に行う場合では、なるべく動作周波数は変えずに一定の動作周波数でCPUを駆動した方が消費電力は少なくなる。例えば最初の0.5秒間を200MHzで駆動し、残りの0.5秒間を100MHzで駆動するより、150MHzで1秒間駆動する方が消費電力は少なくなる。電源電圧と動作周波数の関係はCPUの設計によるが、前述した様に、処理量の要求を満たす範囲でなるべくアイドルの期間を作らず、同一の動作周波数でCPUを駆動すると大きな電力削減効果を得られる場合が多い。
- [0006] また、電力の供給に電池を用いる場合、単位時間当りの電力消費が安定している方が電池内のエネルギーを有効に利用できることが報告されている。また、これを利用したタスクスケジューリングアルゴリズムが開示されている(非特許文献1参照)。
- [0007] しかしながら、情報処理装置で処理を行う場合、処理の開始時刻や終了時刻、あるいは実行の周期といった実行時間が指定される場合が多い。例えば、映像の描画を行う場合、映像1フレームに相当する時間毎に周期的に処理を行う必要がある。状況によっては、周期の異なる複数の周期的処理や、周期的ではないが実行する時間を指定された処理を多数同時に実行することもある。このような時間を指定された処理は、例えば、情報処理装置のオペレーティングシステム(OS)が管理するタイマーイベントを用いたり、あるいはタイマーイベントからタスクを起動したりする形で実現することができる。
- [0008] 前述した従来のCPUでは、動作周波数を制御して、なるべくアイドルの期間を作らずかつ同一の動作周波数で動作させると、大きな電力削減効果を得られる。しかしながら、一般に、時間を指定された処理、例えばタイマーイベントやそれによって起動さ

れるタスクは、特定の時間に集中することがある。また、それとは逆に特定の時間は処理が存在せずアイドル期間になることがある。つまり、CPUに要求される処理量は時間により変動するので、前記特許文献1に係る発明を用いても、CPUの動作周波数はその時間に要求される処理量に応じて大きく変動することになる。このように、動作周波数が大きく変動するため、前記特許文献1に係る発明の電力削減効果は減少するという課題を有していた。

- [0009] 一方、タイマーイベントなどの実行時間を指定する処理において、その要求の厳密さは様々である。例えば、実行開始時刻を指定している場合でも、一定の範囲内なら実行開始時刻が遅れても許容できるものもある。しかし、このような実行時間要求の許容範囲を利用して、CPUが行うべき処理量を平滑化し、CPU動作周波数の変動を抑える制御は、前記特許文献1、特許文献2、及び非特許文献1に記載の発明や技術では考慮されておらず、実現することが不可能であった。

特許文献1:特開平8-76874号公報

特許文献2:特開2002-99433号公報

非特許文献1:電子情報通信学会論文誌 D-I Vol. J83-D-I No. 12 pp. 1249-1259.

発明の開示

- [0010] 本発明は、上記課題を鑑みて成されたものであり、情報処理装置においてCPUに要求される処理量を平滑化することによりCPUの消費電力の削減を行うものである。
- [0011] この目的のために本発明の一態様に係るCPUクロック制御装置は、自身が有するCPUのクロックを制御するCPUクロック制御装置であって、前記CPUが実行するプログラムの実行時間に関する要求と、前記プログラムの実行時間に関する要求の許容範囲とを登録するプログラム実行時間登録部と、前記プログラムの実行に必要な処理量を検知するプログラム処理量検知部と、前記プログラム実行時間登録部に登録された実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で、前記プログラム処理量検知部により検知された処理量が所定時間範囲において均等化するように、前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量を決定するプログラム実行時間決定部と、前記プログラム実行時間決定部により決定された前記プログラムの実

行開始時刻及び単位時間当りの処理量に基づき、前記CPUの各時刻における動作周波数を決定し、当該動作周波数を前記CPUに設定するCPU動作周波数設定部と、前記CPU動作周波数設定部により設定された動作周波数で動作する前記CPUに、前記プログラム実行時間決定部により決定された実行開始時刻及び単位時間当りの処理量で前記プログラムを実行させるプログラム実行部と、を備えるものである。

[0012] 本発明の目的、特徴、局面、及び利点は、以下の詳細な説明と添付図面とによって、より明白となる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施の形態1におけるCPUクロック制御装置を構築する情報処理装置の概略構成図である。

[図2]本発明の実施の形態1におけるCPU動作周波数制御時の動作を説明するフローチャートである。

[図3]本発明の実施の形態1における処理の一例を説明する図である。

[図4]本発明の実施の形態1における処理の一例を説明する図である。

[図5]本発明の実施の形態2におけるCPUクロック制御装置を構築する情報処理装置の概略構成図である。

[図6]本発明の実施の形態2におけるCPU動作周波数制御時の動作を説明するフローチャートである。

[図7]本発明の実施の形態2における処理の一例を説明する図である。

[図8]本発明の実施の形態3におけるCPUクロック制御装置を構築する情報処理装置の概略構成図である。

[図9]本発明の実施の形態3におけるCPU動作周波数制御時の動作を説明するフローチャートである。

[図10]本発明の実施の形態3における処理の一例を説明する図である。

[図11]本発明の実施の形態4におけるCPUクロック制御装置を構築する情報処理装置の概略構成図である。

[図12]本発明の実施の形態4におけるCPU動作周波数制御時の動作を説明するフローチャートである。

[図13]本発明の実施の形態4における処理の一例を説明する図である。

[図14]本発明の実施の形態4における処理の一例を説明する図である。

発明を実施するための最良の形態

[0014] 以下本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

[0015] (実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1のCPU動作周波数制御を行う情報処理装置を示す図である。情報処理装置51は少なくとも一つ以上の中央演算装置(CPU)1とメモリ装置2とを備えている。また、情報処理装置51は入力装置としての操作部3を備えている。さらに、情報処理装置51は、図示しないが出力装置のような他の機器を備えていても良い。入力装置、出力装置については、他の実施の形態でも同様である。

[0016] CPU1は、動作周波数を変更可能であれば任意のタイプのものを用いることができる。CPU1の動作周波数の変更はオペレーティングシステム(OS)100、より正確には後述するOS100内のCPU動作周波数設定部104により行われる。

[0017] メモリ装置2には、少なくとも一つ以上のプログラム10、情報処理装置51のOS100が格納されている。メモリ装置2は、十分な機能及び容量があればランダムアクセスメモリ(RAM)、フラッシュメモリのような任意のタイプのものを使用することができる。また、メモリ装置2は単一のメモリ装置で構成されている必要はなく、同種の複数のメモリ装置、またはリードオンリーメモリ(ROM)を含む、異なる種類のメモリ装置の組み合わせであっても良い。さらに、メモリ装置2以外に、例えばハードディスクのような外部記憶装置を設け、情報処理装置51の動作に問題の無い範囲で外部記憶装置にメモリ装置2の内容を移動させても良い。

[0018] 本実施の形態でのプログラム10とは、情報処理装置51で実行される各々の処理を情報処理装置51のプログラムとして記述したものである。つまり、プログラム10に含まれる個々のプログラム#1、#2等は、実行単位として分けられるものであればサイズや形態等は任意で良い。また、本実施の形態では、OS100の制御の元でプログラム10を実行することで、情報処理装置51は各種の処理を行う。

[0019] 上記のプログラム10等は、ROM、フレキシブルディスク、CD-ROM等の記録媒体31を通じて供給することも、電話回線、ネットワーク等の伝送媒体33を通じて供給

することも可能である。図1には、記録媒体31としてCD-ROMが描かれており、伝送媒体33として電話回線が描かれている。CD-ROMに記録されたプログラム10等は、例えば情報処理装置51の外部装置としてのCD-ROM読取装置32を情報処理装置51本体へ接続することによって読み出すことができ、例えばRAMあるいは図示しないハードディスク等に格納することができる。記録媒体31としてROMの形態でプログラム10等が供給される場合には、当該ROMを情報処理装置51に搭載することにより、情報処理装置51はプログラム10等に従った処理を実行可能となる。この場合、当該ROMは、メモリ装置2に含まれる。伝送媒体33を通じて供給されるプログラム10等は、通信装置34を通じて受信され、例えばRAMあるいは図示しないハードディスク等に格納される。伝送媒体33は、有線の伝送媒体に限らず無線の伝送媒体であっても良い。

[0020] OS100は、本実施の形態のCPUクロック制御を行う為、プログラム管理部110、プログラム実行時間登録部101、プログラム処理量検知部102、プログラム実行時間決定部103、CPU動作周波数設定部104、及びプログラム実行部105を備えている。本実施の形態においては、このプログラム管理部110、プログラム実行時間登録部101、プログラム処理量検知部102、プログラム実行時間決定部103、CPU動作周波数設定部104、プログラム実行部105、及びCPU1がCPUクロック制御装置11として機能を有する。

[0021] プログラム管理部110は、管理テーブル111を備えている。管理テーブル111は、プログラム10に含まれる個々のプログラム#1、#2等に対応させて、個々のプログラムの実行開始時刻、許容範囲等を記憶している。プログラム管理部110は、例えば、操作部3を介してユーザが実行を指示した個々のプログラム#1、#2等に対応する実行開始時刻、許容範囲等をプログラム実行時間登録部101に通知し、登録させる。ここで、プログラム管理部110は、必ずしもプログラムの実行開始時刻、許容範囲等を記憶している必要はなく、個々のプログラムと、当該プログラムの実行時間に関する要求及び当該プログラムの実行時間に関する要求の許容範囲とを対応づける機能を有していれば良い。

[0022] プログラム実行時間登録部101は、プログラム管理部110の指示により、実行が指

示されたプログラムの実行時間に関する要求とその許容範囲についての情報を登録する。プログラム実行時間登録部101は、登録されたプログラムの実行時間に関する要求とその許容範囲とをプログラム実行時間決定部103に通知する。

- [0023] プログラムの実行時間に関する要求とは、例えば、開始時刻に関する要求、つまりいつプログラムの実行を開始するか要求である。あるいは、いつまでに処理を終える必要があるかといった終了時刻に関する要求や、周期的にプログラムを実行する場合の実行周期等である。どのような要求を登録可能にするかは、情報処理装置51の使用の目的や環境に合わせて設計することが出来る。
- [0024] また、許容範囲とは、実行時間に関する要求に対してどの程度の変動が許されるかを示す情報である。例えば、開始時刻に関する要求に対しては、許される開始時刻の遅れ等が許容範囲の一例である。1秒後の実行開始を要求するが、0.1秒の開始時刻の遅れが許される場合は、実行時間に関する要求が1秒後、許容範囲が+0.1秒となる。また、10秒ごとの周期的な実行を要求し1秒の周期の早まりあるいは遅れ等の変動が許容できる場合は、実行時間に関する要求が10秒周期、許容範囲は±1秒となる。どのような許容範囲を登録可能にするか、あるいはその表記の方法は、実行時間に関する要求と同様に、情報処理装置51の使用の目的や環境に合わせて設計することが出来る。
- [0025] プログラム実行時間登録部101に登録される情報である実行時間に関する要求と許容範囲とは、例えば、プログラムを情報処理装置51に登録またはインストールする時に、実行時間要求を登録する関数を呼び出して引数として渡せば良い。情報処理装置51は、登録やインストールを行う専用のプログラムを備えているのが普通である。そのため、当該プログラムが前述した実行時間要求を登録する関数を呼び出すことで、プログラム管理部110の制御のもとに、プログラム実行時間登録部101への登録処理を実現できる。
- [0026] あるいは、それに限られず、情報処理装置51のユーザが、あるプログラムの実行指示を行った際に実行時間に関する要求と許容範囲とを指定する形態であっても良い。さらには、プログラム中にコードとして、実行時間に関する要求と許容範囲とが書き込まれている形態であっても良い。以上のプログラムの実行時間に関する要求と許

容範囲とを登録する形態は、以下の実施の形態におけるタスクやタイマーイベントの実行時間に関する要求と許容範囲とを登録する際においても適用可能である。

- [0027] プログラム処理量検知部102は、プログラム10に含まれる個々のプログラム#1、#2等の実行時に必要とされる処理量を検知し、プログラム実行時間決定部103に通知する。処理量の検知は、例えば、各プログラム#1、#2等の中に必要とされる処理量を記述しておき、実行前に各プログラム#1、#2等から関数の引数として渡すことで可能である。あるいは各プログラム#1、#2等のヘッダ等に処理量を記述しておき、プログラム処理量検知部102がその値を読み出しても良い。
- [0028] あるいは、複数回実行されるプログラムでは、プログラムを実際に実行して終了までにかかった時間を記録し、その時間に亘ってCPUの動作周波数を積分(CPU動作周波数が一定の場合は乗算することと等価)して要した処理量を実測しても良い。さらには、処理量の実測を複数回行い、そのデータの平均を取るといった方法でも良い。処理量の検知方法は、実際に検知が可能であれば任意の方法を用いることが出来る。また、本発明ではプログラムが必要とする処理量は正確な値である必要は必ずしもなく、処理量を大、中、あるいは小のようにおおまかに分類したものでも効果を得ることが出来る。これは本実施の形態に限らず、他の実施の形態でも同様である。
- [0029] プログラム実行時間決定部103は、プログラム実行時間登録部101から通知されたプログラム10の実行時間に関する要求と許容範囲、及びプログラム処理量検知部102から通知された必要な処理量に基づき、プログラム10に含まれる個々のプログラム#1、#2等の実行の時間を決定する。ここで、プログラム実行時間決定部103は、実行時間に関する要求とその許容範囲を満たす範囲で各プログラム10に含まれる個々のプログラム#1、#2等の実行時間を決定する。同時に、予め定められた単位時間毎で、実行されるプログラムの必要処理量の合計がなるべく一定になるように実行の時間を決定する。つまり、単位時間当りのプログラムの必要処理量が極力等しくなる(均等化)ようにプログラムの実行時間を決定する。これにより、時間毎の必要処理量は平滑化されたことになる。そして、プログラム実行時間決定部103は、平滑化した処理量をCPU動作周波数設定部104に通知する。
- [0030] CPU動作周波数設定部104は、プログラム実行時間決定部103により平滑化され

た処理量に基づいてCPUの動作周波数を決定する。そして、CPU動作周波数設定部104は、CPU1に印加される電圧を制御すること等で当該動作周波数をCPU1に設定する。また、例えば、CPU動作周波数設定部104が、CPU1内に設けられている、動作周波数を決定するレジスタの値を書き換えることで動作周波数を設定する形態であっても良い。

- [0031] 設定される周波数は、例えば、必要とされる処理を各単位時間で丁度終了し、アイドル時間を作らない最小の動作周波数である。単位時間が1秒間で、ある単位時間の間(ここでは1秒間)に100Mクロック分の処理が必要とされる場合、この1秒間は100MHzの動作周波数に設定する。あるいは、実際の処理量に余裕を持たす為、最低限必要な動作周波数に一定量を加えた動作周波数に設定しても良い。
- [0032] いずれの場合も、単位時間毎に行わなければならない処理量は、プログラム実行時間決定部103により平滑化されている。そのため、CPU動作周波数設定部104により設定される動作周波数の変動は、平滑化を行わない場合に比べて少なくなる。前述した様に、同じだけの処理量でもCPUの動作周波数の変動は少ない方が消費電力は少なくなる。従って、平滑化を行わない場合に比べ、CPUが消費する電力は少なくなる。
- [0033] プログラム実行部105は、CPU動作周波数設定部104により設定された動作周波数で動作するCPU1を用いて、プログラム実行時間決定部103の決定した実行時間でプログラム10に含まれる個々のプログラム#1、#2等を実行する。
- [0034] 図2は、本実施の形態のCPUクロック制御装置の動作を説明するフローチャートである。ステップS2-1からステップS2-5までは、プログラム管理部110、プログラム実行時間登録部101及びプログラム処理量検知部102との動作、ステップS2-6からステップS2-9までは、プログラム実行時間決定部103、CPU動作周波数設定部104、及びプログラム実行部105の動作である。
- [0035] ステップS2-1では、例えばユーザが操作部3を操作することにより、プログラム管理部110は情報処理装置51が実行するプログラムを、例えば前述のROM等からメモリ装置2内にロードし、登録する。続いてステップS2-2では、プログラム管理部110は管理テーブル111を参照し、登録されたプログラム10の実行時間に関する要求

と許容範囲とをプログラム実行時間登録部101に登録する。ステップS2-3では、プログラム実行時間登録部101は、登録された実行時間に関する要求と許容範囲とをプログラム実行時間決定部103に通知する。

- [0036] ステップS2-4では、プログラム処理量検知部102は、実行を要求されたプログラムに必要な処理量の検知を行う。前述の通り、ステップS2-4は、例えば情報処理装置51が備えている、登録やインストールを行う専用のプログラムが、実行時間要求を登録する関数を呼び出して必要処理量を検知したり、実際のプログラムの実行を待って必要処理量の実測をしたりする。ステップS2-5では、プログラム処理量検知部102は、検知したプログラムの必要処理量をプログラム実行時間決定部103に通知する。なお、図2のフローチャートでは、時間に関する要求と許容範囲との登録、及び通知(S2-2、S2-3)を必要処理量の検知と通知(S2-4、S2-5)より先に行っているが、必ずしもその必要は無い。これらは独立したものであるため、任意の順番で実行することが可能である。

- [0037] ステップS2-6は、プログラム実行時間決定部103の呼び出しである。プログラム実行時間決定部103の呼び出しは、新しいプログラムが登録された直後、つまりプログラム実行時間登録部101からの実行時間に関する要求と許容範囲、及びプログラム処理量検知部102からの必要処理量がプログラム実行時間決定部103に通知された後(ステップS2-5の直後)で良い。あるいは、特定の周期で周期的に行ったり、一つのプログラムが処理を完了した時に呼び出したりしても良い。

- [0038] S2-7は、実行が要求され、プログラム実行時間決定部103に実行時間に関する要求等が通知されている全てのプログラムの実行時間の決定を行う。前述の通り、プログラム実行時間決定部103は、ステップS2-3で通知されている各プログラムの実行時間要求と許容範囲とを満たす範囲で、ステップS2-5で通知された各プログラムの必要処理量の単位時間当りの合計が、極力均等化するように実行時間を決定する。

- [0039] ステップS2-7の実行時間の決定は、制約を満たしながらプログラムの実行時間を配置する一般的な問題であり、様々なアルゴリズムを用いることが出来る。例えば、対象となるプログラム10が比較的少数なら、考えられる全ての実行時間のパターンを列

挙して処理量の変動を比較しても良い。ただし、本発明では完全な均等化を行う必要は必ずしも無い。CPU動作周波数の変動を少なくした分だけ消費電力を少なく出来るので、完全でなくても均等化した分だけの消費電力削減効果を得られる。従って、例えば、最も必要処理量の大きくなる時間から、一つのプログラムの実行を別の時間へ移動させるだけでも効果がある。

[0040] また、プログラムの必要処理量が正確な値でなく近似値の場合でも、ある程度の均等化は可能なので、消費電力削減の効果を得ることが出来る。さらに、ここでは全てのプログラムの実行時間を決定する必要はなく、現在時刻から一定先の時刻までの実行時間を決定するだけでも良い。均等化には計算時間が必要となるので、どの程度正確な均等化を行うかは、情報処理装置51の使用の目的や環境に合わせて設計すれば良い。

[0041] ステップS2-8では、プログラム実行時間決定部103により決定された実行時間を受けて、CPU動作周波数設定部104はCPU1の動作周波数を決定し、当該動作周波数をCPU1に設定する。S2-9では、プログラム実行部105が実行を要求されたプログラムを実行する。プログラムはプログラム実行時間決定部103により決定された時間に実行される。従って、実際は、ステップS2-9はステップS2-8終了後直ちに実行されるわけではなく、決定された実行時間を迎えた時に実行される。

[0042] 図3は、本実施の形態において、CPUクロック制御装置が行う処理の一例である。図3(a1)は、実行が要求されているプログラムと、当該プログラムが要求している実行時間とをそのまま時間軸上に配置した模式図である。(a1)は、図2のステップS2-1からステップS2-5の結果、プログラム実行時間決定部103に通知される情報であり、横軸は時刻(単位は任意)、縦軸はその時間に必要される処理量(Mクロック)である。四角のブロックはプログラムを表しており、ブロックの縦の大きさはそれぞれのプログラムの必要処理量に対応する。(a1)では、AからDまでの4つのプログラムが登録されている。プログラム名であるアルファベットの後の値はプログラムの必要処理量(単位はMクロック)であり、その後ろの値は要求された実行開始時刻と許容範囲である。プログラムAの場合、必要処理量が100、実行開始時刻が0、許容範囲が+2となる。

- [0043] 図3の例では、実行時間の要求は、その値の時刻からその次の時刻までの間での実行と処理の完了とを要求しているとする。つまり、Aの場合は実行開始時刻が0であるから、時刻0から1の間での実行と処理の完了とを要求していることになる。以下では、これを「時刻0での実行を要求している」という様に表記する。Cの場合は、時刻2から3の間での実行と処理の完了とを要求しているので、「時刻2での実行を要求している」となる。
- [0044] 許容範囲の値は、実行時間の変動の範囲を表しており、+1の場合は時間1の実行の遅れまで許容、+2なら時間2の遅れまで許容となる。プログラムAの場合は許容範囲が+2なので、要求時刻0での実行を要求しているが時刻1や2での実行でも許容できる。プログラムBは時刻0での実行を要求しており、かつ許容範囲が0なので、他の時刻での実行は出来ない。プログラムC及びDは時刻2での実行を要求しており、かつ許容範囲が0なので、この時刻で実行しなければならない。
- [0045] 図3(b1)は、(a1)の実行時間でプログラムAからDを実行し、各時間でそれぞれの処理を必要最小限の動作周波数で完了する、つまりアイドル期間をつくらないようにCPU動作周波数を設定した場合を表している。この(b1)の横軸は(a1)と同じく時刻であるが、縦軸はCPU1の動作周波数(Mクロック/単位時間)である。
- [0046] 図3(a2)は、ステップS2-6、S2-7が実行され、プログラム実行時間決定部103により決定されたプログラムの実際の実行時間を表している。ステップS2-7の結果、プログラム実行時間決定部103は、時間毎の必要周波数が均等化するように、プログラムAを時刻1で実行することを決定する。なお、ここでは計算に必要な処理量を考えて、現在時刻より3時刻先までのプログラム実行のみを均等化している。つまり図3中の時刻の範囲のみで考えている。
- [0047] 図3(b2)は、プログラム実行時間決定部103により決定された(a2)のプログラム実行時間を達成するために、CPU動作周波数設定部104が決定したCPU動作周波数である。(b2)は(b1)と比較すると動作周波数の変動が少なくなっており、この期間でのCPUの消費電力が削減される。また、各プログラムはそれぞれの許容範囲を満たして実行されている。
- [0048] 図4は、本実施の形態において、CPUクロック制御装置が行う処理の他の一例であ

る。図4(a1)は、図3(a1)と同様、実行が要求されているプログラムと、当該プログラムが要求している実行時間とをそのまま時間軸上に配置した模式図である。プログラムAは周期2での周期的実行を要求しており、図4(a1)ではこれを実行時間要求においてP2と表記している。周期的実行なので、プログラムAは時刻0、2、4での実行を要求していることになる。ただしプログラムAの許容範囲は+1なので、実行される時刻が1だけ遅れても許容できる。(a2)は、プログラム実行時間決定部103により実行時間が決定された後の状態を示す模式図である。この(a2)に示した例では、時刻2での実行を要求しているプログラムAは、許容範囲が+1であるため実行される時刻が1だけ遅れて、実際には時刻3で実行される。

[0049] 図4(b1)、(b2)は、CPU動作周波数設定部104により決定された、プログラム実行処理に必要な最小の動作周波数を用いる場合のCPU1の動作周波数である。(b2)においても、動作周波数が完全に均等化されている訳ではないが、(b1)に比べて動作周波数の変動が少なくなり、CPUの消費電力はその分だけ削減される。また、各プログラムA～Eはそれぞれの許容範囲を満たして実行されている。

[0050] 以上の様に、本発明ではプログラムの実行時間に関する要求を許容範囲内で満たした上で、CPUの消費電力を削減することが可能である。なお、本実施の形態でのプログラム10は、情報処理装置51で実行される全ての処理である必要はなく、その内の特定の一部でも良い。同様に、全てのプログラム10が、時間要求と許容範囲とを登録する必要は無い。処理量を平滑化されるのが全ての処理のうちの一部であっても、平滑化された分に応じた消費電力の削減効果を得ることが可能である。

[0051] なお、本発明の実施の形態ではOS100内に、プログラム実行時間登録部101、プログラム処理量検知部102、プログラム実行時間決定部103、CPU動作周波数設定部104、及びプログラム実行部105を設けたが、OS100の外部に設けることも可能である。

[0052] (実施の形態2)

図5は、本発明の実施の形態2のCPU動作周波数制御を行う情報処理装置を示す図である。この図において、CPU1及びメモリ装置2を備える構成は実施の形態1と同じである。また、プログラム20は実施の形態1のプログラム10と同様に、情報処理

装置51で実行される各々の処理を情報処理装置52のプログラムとして記述したものである。CPU1の動作周波数の変更等は、OS200内のCPU動作周波数設定部207により行われる。

[0053] OS200は、本実施の形態のCPUクロック制御を行う為、プログラム管理部210、プログラム実行時間登録部201、プログラム処理量検知部202、プログラム実行時間決定部203、割り込み処理量検知部204、割り込み処理部205、割り込み時実行時間調整部206、CPU動作周波数設定部207、及びプログラム実行部208を備えている。本実施の形態においては、このプログラム管理部210、プログラム実行時間登録部201、プログラム処理量検知部202、プログラム実行時間決定部203、割り込み処理量検知部204、割り込み処理部205、割り込み時実行時間調整部206、CPU動作周波数設定部207、プログラム実行部208、及びCPU1がCPUクロック制御装置12としての機能を有する。

[0054] プログラム管理部210は、管理テーブル211を備えている。管理テーブル211は、プログラム20に含まれる個々のプログラム#1、#2等に対応させて、個々のプログラムの実行開始時刻、許容範囲等を記憶している。プログラム管理部210は、例えば、操作部3を介してユーザが実行を指示した個々のプログラム#1、#2等に対応する実行開始時刻、許容範囲等をプログラム実行時間登録部201に通知し、登録させる。ここで、プログラム管理部210は、必ずしもプログラムの実行開始時刻、許容範囲等を記憶している必要はなく、個々のプログラムと、当該プログラムの実行時間に関する要求及び当該プログラムの実行時間に関する要求の許容範囲とを対応づける機能を有していれば良い。

[0055] プログラム実行時間登録部201は実施の形態1のプログラム実行時間登録部101と同様に、プログラム20からその時間に対する要求と、許容範囲についての情報とを受け取り、プログラム実行時間決定部203と割り込み時実行時間調整部206とに通知する。同様に、プログラム処理量検知部202は実施の形態1のプログラム処理量検知部102と同様に、プログラム20の実行に必要な処理量を、プログラム実行時間決定部203と割り込み時実行時間調整部206とに通知する。

[0056] プログラム実行時間決定部203は、実施の形態1のプログラム実行時間調整部10

3と同様に、プログラムの実行時間に関する要求、許容範囲、及び必要な処理量に基づき、一定時間毎のプログラムの必要処理量の合計がなるべく均等になるようにプログラムの実行の時間を決定する。

- [0057] 割り込み処理量検知部204は、割り込み発生時に実行される処理(割り込みハンドラ)が必要とする処理量を、割り込み時実行時間調整部206に通知する。割り込み処理が必要とする処理量の検知は、例えば、予め処理量を見積もっておき、割り込みハンドラをOS200に登録する時にその値を渡せば可能である。あるいは、実際に割り込み処理が行われた際に要した処理量を実測して、それに基づき検知しても良い。
- [0058] 割り込み処理部205は、割り込み信号が発生した際に、対応する割り込み処理を実行し、合わせて割り込み処理が発生したことを割り込み時実行時間調整部206に通知する。
- [0059] 割り込み時実行時間調整部206は、プログラム実行時間決定部203と同様に、プログラムの実行時間に関する要求、許容範囲、及び必要な処理量に基づき、一定時間毎のプログラムの必要処理量の合計が時間に依らずなるべく一定になるようにプログラムの実行の時間を決定する。ただし、割り込み時実行時間調整部206は、割り込み処理部205より割り込み発生が通知された場合にのみプログラム実行時間の決定を行う。また、プログラム実行時間の決定は、割り込み処理量検知部204より通知されている割り込み処理の処理量を、割り込み発生時間に行う処理として追加した上で、単位時間毎の処理量を極力均等化するようにプログラムの実行の時間を決定するものである。つまり、割り込み処理に費やした処理量を計算に入れた上で処理量が平滑化するようにプログラムの実行時間を再決定する。
- [0060] CPU動作周波数設定部207は、実施の形態1のCPU動作周波数設定部104と同様に、プログラム実行時間決定部203により平滑化された単位時間毎に必要な処理量に基づいてCPUの動作周波数を決定する。そして、CPU動作周波数設定部207は、CPU1に印加される電圧を制御することで当該動作周波数をCPU1に設定する。さらに、割り込み時実行時間調整部206がプログラム実行時間を再決定した場合は、CPU動作周波数設定部207は、割り込み時実行時間調整部206により平滑

化された処理量に基づいてCPU動作周波数を決定する。つまり、CPU動作周波数設定部207は、最新の平滑化の結果に基づきCPU動作周波数を設定する。その結果、CPU動作周波数設定部207が平滑化を行わない場合に比べて、設定される動作周波数の変動は少なくなるため、CPUが消費する電力は削減される。また、割り込み処理が実行された場合は、それを加えた上で、CPU動作周波数設定部207は平滑化された必要処理量に基づいてCPU動作周波数を決定するので、割り込みが発生した場合でも適切なCPU動作周波数を用いることが出来る。

[0061] プログラム実行部208は、CPU動作周波数設定部207により設定された動作周波数で動作するCPU1を用いて、プログラム実行時間決定部203の決定した実行時間でプログラム20に含まれる個々のプログラム#1、#2等を実行する。しかしながら、割り込み時実行時間調整部206がプログラム実行時間を再決定した場合は、プログラム実行部208は、再決定された実行時間でプログラム10を実行する。つまり、プログラム実行部208は、割り込み発生も含めた最新の決定に基づきプログラム10を実行する。

[0062] 図6は本実施の形態のCPUクロック制御装置の動作を説明するフローチャートである。ステップS6-1からステップS6-5は、プログラムの時間要求と許容範囲の登録、及び処理量の検知であり、実施の形態1のステップS2-1からステップS2-5(図2)と同様である。

[0063] ステップS6-6はプログラム実行時間決定部203の呼び出しであり、実施の形態1のステップS2-6と同様である。また、ステップS6-7は、実施の形態1のステップS2-7と同様である。ステップS6-8では、プログラム実行時間決定部203は、決定した実行時間と必要な処理量とをCPU動作周波数設定部207とプログラム実行部208とに通知する。

[0064] ステップS6-9からステップS6-11は割り込み処理部205及び割り込み時実行時間調節部206が行う処理の流れである。ここでは、割り込み処理の処理量は、事前に検知されているとし図示していない。ステップS6-9は割り込みの発生であり、CPU1はレジスタ4を読みに行き、要求された割り込みを割り込み処理部205に通知する。その通知を受け取ると、割り込み処理部205は、ステップS6-20において要求され

た割り込み処理を実行する。そして、ステップS6-10及びS6-11は割り込みを契機に行なわれる処理である。ステップS6-10は、割り込み時実行時間調整部206が行う、割り込み処理に必要な処理量を含めた上でのプログラム実行時間の決定である。このステップS6-10は、割り込み処理を現在の時間に必要な処理とみなす以外は、ステップS6-7と同様である。ステップS6-11では、割り込み時実行時間調整部206は、決定した実行時間と必要な処理量とをCPU動作周波数設定部207とプログラム実行部208とに通知する。

[0065] ステップS6-12からステップS6-14は、CPU動作周波数207とプログラム実行部208とが行う処理の流れである。ステップS6-12は、ステップS6-8(割り込みが発生しなかった場合)、またはS6-11(割り込みが発生した場合)におけるプログラム実行時間と必要処理量との通知であり、ステップS6-13及びS6-14はこれを契機に実行される。S6-13は、CPU動作周波数設定部207が、通知された必要処理量に基づいて行うCPU動作周波数の決定である。また、ステップS6-14では、プログラム実行部208は、ステップS6-8またはステップS6-11において決定された実行時間でプログラム20を実行する。

[0066] 図7は、本実施の形態において、CPUクロック制御装置が行う処理の一例である。図7(a1)及び(a2)は、図3(a1)及び(a2)と同様に、縦軸が必要処理量(Mクロック)であり、横軸が時刻(単位は任意)を表す。また、図7(b1)及び(b2)は、図3(b1)及び(b2)と同様に、縦軸が動作周波数(Mクロック/単位時間)であり、横軸が時刻(単位は任意)を表す。

[0067] 図7(a1)は、図6のステップS6-1からS6-8の結果として、プログラムの実行時間が決定された後に、必要処理量150の割り込み処理が発生した状態を示している。この割り込み発生により、ステップS6-9、S6-20及びS6-10が実行され、割り込み時実行時間調整部206においてプログラムの実行時間が再決定される。この例では、プログラムA、Bは共に、実行開始時刻が0であり、許容範囲は+2である。そのため、「時刻0での実行を要求している」が時間2の遅れまでが許容され、時刻2までに実行すればよいことがわかる。それに対して、プログラムC、Dは共に許容範囲が0であるために、それぞれ時刻1及び時刻2で実行されなければならない。

- [0068] 以上により、割り込み時実行時間調整部206は、(a2)に示したように、プログラムA、Bの実行の時刻を変更し、それぞれ時刻1及び時刻2での実行とする。この図7(a1)及び(a2)に示した縦軸の必要処理量をCPU1の動作周波数に直したものが、それぞれ図7(b1)及び(b2)である。図7(b1)からわかるように、時刻0と1との間で実行させる割り込みが発生した場合、そのままではCPU1の動作周波数として「250」が必要となる。しかしながら、時刻1以降は割り込み処理が終了しているため、CPU1の動作周波数としては「100」が設定される。このように、割り込み時実行時間調整部206がプログラムA、Bの実行の時刻を変更しなければ、CPU1の動作周波数の変動が大きく、それに伴ってCPU1の消費電力も大きいものとなる。
- [0069] それに対して、割り込み時実行時間調整部206がプログラムA、Bの実行の時刻を変更すると、図7(b2)に示したように、プログラムの実行に必要な処理量が均等化されるため、CPU1の動作周波数の変動が少なくなる。これにより、CPU1の消費電力は削減される。またこのとき、各プログラムはそれぞれの許容範囲を満たして実行されている。
- [0070] なお、本実施の形態においても、実施の形態1と同様に、プログラム20は情報処理装置で実行される全ての処理である必要はなく、その内の特定の一部であっても良い。また、時間要求と許容範囲を登録するのは一部のプログラムでも良い。
- [0071] なお、本発明の実施の形態ではOS200内に、プログラム管理部210、プログラム実行時間登録部201、プログラム処理量検知部202、プログラム実行時間決定部203、割り込み処理量検知部204、割り込み処理部205、割り込み時実行時間調整部206、CPU動作周波数設定部207、プログラム実行部208を設けたが、OS200の外部に設けることも可能である。
- [0072] (実施の形態3)
- 図8は、本発明の実施の形態3のCPU動作周波数制御を行う情報処理装置を示す図である。この図において、CPU1及びメモリ装置2を備える構成は実施の形態1と同じである。
- [0073] タスク30に含まれる各タスク#1、#2等は、情報処理装置が処理を行う単位であり、OS300により、それぞれが持つ優先度に応じた順番で時分割的に実行される。こ

ここで、タスクは、OSによって「プロセス」または「スレッド」に分類される。プロセスとは、お互いに相互干渉しないように制御される処理単位であり、一般的なパソコンでは、ワープロや表計算プログラムなどがある。スレッドとは、OSが1つのアプリケーション内の処理を並列して行う場合の処理の最小単位であり、プロセス内の逐次処理の単位である。一つのプロセスは複数のスレッドで構成することができる。

[0074] また、このように複数のタスクを並行して動作させる処理形態はマルチタスク処理と呼ばれ、一般的に用いられる処理形態である。本実施の形態の情報処理装置は、このマルチタスク処理を行うものとして説明する。また、本明細書においては、実施の形態1及び2におけるプログラムは、本実施の形態におけるタスク等を含んだ包括的なものであり、必ずしも最小の実行単位である必要はない。つまり、単独のタスクも、複数のタスクをまとめたものも共にプログラムということができる。

[0075] OS300は、本実施の形態のCPUクロック制御を行う為、タスク管理部310、タスク実行時間登録部301、タスク処理量検知部302、タスクスケジューリング部303、CPU動作周波数設定部304、及びタスク実行部305を備えている。本実施の形態においては、このタスク管理部310、タスク実行時間登録部301、タスク処理量検知部302、タスクスケジューリング部303、CPU動作周波数設定部304、タスク実行部305、及びCPU1がCPUクロック制御装置13としての機能を有する。

[0076] タスク管理部310は、管理テーブル311を備えている。管理テーブル311は、タスク30に含まれる個々のタスク#1、#2等に対応させて、個々のタスクの実行開始時刻、許容範囲等を記憶している。タスク管理部310は、例えば、操作部3を介してユーザが実行を指示した個々のタスク#1、#2等に対応する実行開始時刻、許容範囲等をタスク実行時間登録部301に通知し、登録させる。ここで、タスク管理部310は、必ずしもタスクの実行開始時刻、許容範囲等を記憶している必要はなく、個々のタスクと、当該タスクの実行時間に関する要求及び当該タスクの実行時間に関する要求の許容範囲とを対応づける機能を有していれば良い。

[0077] タスク実行時間登録部301は、タスク管理部310の指示により、タスクの実行時間に対する要求と、その許容範囲についての情報とを登録し、それらの情報をタスクスケジューリング部303に通知する。ここで、タスクの実行時間に関する要求とは、例えば

、タスクの開始時刻に関する要求、終了時刻に関する要求、実行周期等である。どのような要求を登録可能にするかは、OS300のタスクスケジューリングの方法に合わせて設計することが出来る。また、同様に、どのような許容範囲を登録可能にするか、あるいはその表記の方法は、OS300のタスクスケジューリングの方法に合わせて設計される。

- [0078] タスク処理量検知部302は、各タスクの必要とする処理量を検知し、タスクスケジューリング部303に通知する。処理量の検知は、例えば、タスクのスケジューリングの方法を指定する際に、予め見積もられた処理量を合わせてOS300に渡すことで可能である。あるいは、実際にタスクを実行して要した処理量を求めて、それに基づき決定しても良い。
- [0079] 一般的にマルチタスクの情報処理装置53は、タスクのスケジューリングの方法を指定するインターフェイスを備えていることが多い。このインターフェイスは、例えば、周期的なタスクの実行を関数呼び出しで要求し、関数の引数で周期を指定するものである。また、それとは異なり、特定のタスクに関し、特定の時間毎にかならず一定量の処理を行うといった指定などもある。そのようなインターフェイスを備えている場合、その指定を実行時間に関する要求や処理量の検知に用いることが出来る。
- [0080] タスクスケジューリング部303はタスクのスケジューリングを行う。タスクスケジューリング部303は、時間に関する要求とその許容範囲とを満たす範囲でタスクをスケジューリングするが、同時に一定時間毎のタスクの必要処理量の合計がなるべく均等になるようにタスクをスケジューリングする。
- [0081] CPU動作周波数設定部304は、タスクスケジューリング部303により平滑化された単位時間毎に必要な処理量に基づいてCPUの動作周波数を決定する。そして、CPU動作周波数設定部304は、CPU1に印加される電圧を制御することで当該動作周波数をCPU1に設定する。タスク30が単位時間毎に実行を要求される処理量はタスクスケジューリング部303により平滑化される。そのため、CPU動作周波数設定部304により設定される動作周波数の変動は平滑化を行わない場合に比べて少なくなり、CPU1の消費する電力は削減される。タスク実行部305は、タスクスケジューリング部303の行ったスケジューリングに基づきタスク30を実行する。

- [0082] 図9は本実施の形態での処理の流れを示すフローチャートである。ステップS9-1では、まず、例えばユーザが操作部3を操作することにより、タスク管理部310は、情報処理装置53が実行するタスクを、例えば前述のROM等からメモリ装置2内にロードし、登録する。続いてステップS9-2では、タスク管理部310は、登録されたタスク30の実行時間に関する要求と許容範囲とをタスク実行時間登録部301に登録する。ステップS9-3では、タスク実行時間登録部301は、登録された実行時間に関する要求と許容範囲とをタスクスケジューリング部103に通知する。
- [0083] ステップS9-4では、タスク処理量検知部302は、実行を要求されたタスクに必要な処理量の検知を行う。前述の通り、ステップS9-4は、例えばタスクから関数を呼び出して必要処理量を検知したり、実際のプログラムの実行を待って必要処理量の実測をしたりする。ステップS9-5では、タスク処理量検知部102は、検知したタスクの必要処理量をタスクスケジューリング部303に通知する。なお、図9のフローチャートでは、時間に関する要求と許容範囲との登録、及び通知(S9-2、S9-3)を必要処理量の検知と通知(S9-4、S9-5)より先に行っているが、必ずしもその必要は無い。これらは独立したものであるため、任意の順番で実行することが可能である。
- [0084] ステップS9-6は、タスクスケジューリング部303の呼び出しである。タスクスケジューリング部303の呼び出しは、通常のタスクスケジューリングのタイミングで行えば良い。あるいは、特定の周期で周期的に行ったり、一つのタスクが処理を完了した時に呼び出したりしても良い。
- [0085] S9-7では、実行が要求され、タスクスケジューリング部303に実行時間に関する要求等が通知されている全てのタスクの実行時間の決定を行う。前述の通り、タスクスケジューリング部303は、ステップS9-3で通知されている各タスクの実行時間要求と許容範囲とを満たす範囲で、ステップS9-5で通知された各タスクの必要処理量の単位時間当りの合計が、極力均等化するようにスケジューリングする。
- [0086] ステップS9-7の実行時間の決定は、制約を満たしながらタスクの実行時間を配置する一般的な問題であり、様々なアルゴリズムを用いることが出来る。例えば、対象となるタスク30が比較的少数なら、考えられる全ての実行時間のパターンを列挙して処理量の変動を比較しても良い。ただし、本発明では完全な均等化を行う必要は必

ずしも無い。CPU動作周波数の変動を少なくした分だけ消費電力を少なく出来るので、完全でなくても均等化した分だけの消費電力削減効果を得られる。従って、例えば、最も必要処理量の大きくなる時間から、一つのプログラムの実行を別の時間へ移動させるだけでも効果がある。

- [0087] また、プログラムの必要処理量が正確な値でなく近似値の場合でも、ある程度の均等化は可能なので、消費電力削減の効果を得ることが出来る。さらに、ここでは全てのタスクの実行時間を決定する必要はなく、現在時刻から一定先の時刻までの実行時間を決定するだけでも良い。均等化には計算時間が必要となるので、どの程度正確な均等化を行うかは、情報処理装置53の使用の目的や環境に合わせて設計すれば良い。
- [0088] ステップS9-8では、タスクスケジューリング部303により決定された実行時間を受けて、CPU動作周波数設定部304はCPU1の動作周波数を決定し、当該動作周波数をCPU1に設定する。S9-9では、タスク実行部305が実行を要求されたタスクを実行する。タスクはタスクスケジューリング部303により決定された時間に実行される。従って、実際は、ステップS9-9はステップS9-8終了後直ちに実行されるわけではなく、決定された実行時間を迎えた時に実行される。
- [0089] 本実施の形態での実際の処理の例としては、実施の形態1の例で示したもの(図3、図4)と同様のものがある。つまり、実行時間を指定されたタスクのスケジューリングを図3、図4と同様に行うことが可能である。特に、図4と同様なスケジューリングは、特定のタスク(図4ではプログラムA)を周期的に実行するスケジューリングであるが、同時に一定周期毎(図4では周期2)に必ず定められた量の処理量(図4では50)を行うようなスケジューリングでもある。
- [0090] 図10は本実施の形態において、CPUクロック制御装置が行う処理の他の一例である。図10の例では、タスクのデッドラインスケジュールを行うものとして説明する。デッドラインスケジュールは、タスクの処理が完了しなければならない時刻を指定し、その時刻(デッドライン)が早いタスクから実行するものである。
- [0091] 図10(a1)は、要求しているデッドラインが早いものから順にタスクを実行する通常のスケジューリングを表す模式図である。四角のブロックはタスクを表しており、(a1)

では、AとBの2つタスクがスケジューリングの対象である。タスク名であるアルファベットの後の値はタスクの必要処理量であり、その次の値は実行時間要求と許容範囲である。この例では、実行時間の要求はデッドラインであり、デッドラインであることをアルファベットのEで表す。許容範囲はデッドラインの許容範囲、つまりデッドラインからどの位の進みまたは遅れが許容できるかである。

- [0092] タスクAの場合、必要処理量が200、デッドラインが1、許容範囲が+2となる。これは、タスクAは時刻1までの終了を要求するが、最悪時刻3までの終了を認めることを意味する。タスクBの場合、必要処理量が100、デッドラインが2、許容範囲が(-1, 0)となる。この許容範囲の(-1, 0)は、デッドラインを1だけ早めた時刻から指定されたデッドラインの時刻の間にタスクが終了すればよいことを意味する。つまり、タスクBは時刻2までの終了を要求するが、時刻1から時刻2までの間に終了すればよい。また、(a1)は、図9のステップS9-1からステップS9-5の結果、タスクスケジューリング部303に通知される情報である。
- [0093] 図10(b1)は、(a1)のスケジューリングでタスクA、Bを実行し、それぞれの処理を必要最小限の動作周波数で完了し、アイドル期間をつくらないようにした場合のCPU動作周波数を表している。
- [0094] 図10(a2)は、タスクスケジューリング部303がステップS9-6及びS9-7において行ったスケジューリングの結果である。ここでは、時間毎に要求される処理量を極力平滑化するスケジューリングが行なわれている。
- [0095] 図10(b2)は、(a2)のタスクを実行する際のCPU動作周波数である。(b2)は(b1)と比較すると動作周波数の変動が少なくなっており、この期間でのCPUの消費電力が削減される。またこのとき、タスクA、Bはそれぞれの許容範囲を満たして実行されている。
- [0096] このように本実施の形態では、実行時間の要求と許容範囲、必要処理量の指定により様々なスケジューリングが可能である。なお、本実施の形態でタスク30の全てが実行時間に関する要求を登録する必要は無い。処理量を平滑化されるのが全てのタスクの一部であっても、限定的ではあるがある程度の効果を得ることが可能である。
- [0097] また、本実施の形態においても実施の形態2と同様に、割り込み処理量検知部と、

割り込み処理部と、割り込み発生時にタスクの再スケジューリングを行う割り込み時実行時間調整部とを設けることも可能である。この場合は、割り込み発生時に、割り込み処理の分を加えた上で処理量が均等化するようにタスクを再スケジューリングする。これにより、割り込みの発生にも対応することが出来る。

[0098] なお、本発明の実施の形態ではOS300内に、タスク管理部310、タスク実行時間登録部301、タスク処理量検知部302、タスクスケジューリング部303、CPU動作周波数設定部304、及びタスク実行部305を設けたが、OS300の外部に設けることも可能である。

[0099] (実施の形態4)

図11は、本発明の実施の形態4のCPU動作周波数制御を行う情報処理装置を示す図である。情報処理装置54は少なくとも一つ以上のCPU1とメモリ装置2とを備えている。この図において、CPU1及びメモリ装置2を備える構成は実施の形態1と同じである。またこの図において、メモリ装置2がタスク40を備える構成は実施の形態3と同じである。CPU1の動作周波数の変更、及びタスク40の制御はOS400により行われる。

[0100] タイマーイベント41は、当該タイマーイベント41を実行する時間を指定してOS400に登録される処理である。タイマーイベント41の登録と実行の機能は、実時間に応じた処理を行うため、多くのOSにおいて実現されている。タイマーイベント41は単体でも利用できるが、本実施の形態ではタイマーイベント41に含まれる個々のタイマーイベント#1、#2等が、対応するタスク40に含まれる個々のタスク#1、#2等を起床するものとして説明する。ただし、タイマーイベント#Nとタスク#N(N=1, 2, 3...)とが対応している必要はなく、対応する組み合わせは任意でよい。

[0101] OS400は、本実施の形態のCPUクロック制御を行う為、タスク管理部410、タイマーイベント管理部420、タスク実行時間登録部401、タスク実行時間要求解釈部402、タスク処理量検知部403、タイマーイベント処理量検知部404、タイマーイベント登録部405、タイマーイベント調整部406、CPU動作周波数設定部407、タイマーイベント実行部408、及びタスク実行部409を備えている。本実施の形態においては、このタスク管理部410、タイマーイベント管理部420、タスク実行時間登録部401、タス

ク実行時間要求解釈部402、タスク処理量検知部403、タイマーイベント処理量検知部404、タイマーイベント登録部405、タイマーイベント調整部406、CPU動作周波数設定部407、タイマーイベント実行部408、タスク実行部409、及びCPU1がCPUクロック制御装置14としての機能を有する。

[0102] タスク管理部410は、管理テーブル411を備えている。管理テーブル411は、タスク40に含まれる個々のタスク#1、#2等に対応させて、個々のタスクの実行開始時刻、許容範囲等を記憶している。タスク管理部410は、例えば、操作部3を介してユーザが実行を指示した個々のタスク#1、#2等に対応する実行開始時刻、許容範囲等をタスク実行時間登録部401に通知し、登録させる。ここで、タスク管理部410は、必ずしもタスクの実行開始時刻、許容範囲等を記憶している必要はなく、個々のタスクと、当該タスクの実行時間に関する要求及び当該タスクの実行時間に関する要求の許容範囲とを対応づける機能を有していれば良い。

[0103] タイマーイベント管理部420は、管理テーブル421を備えている。管理テーブル421は、タイマーイベントがタスクを起床するものか否か等を記憶している。タイマーイベント管理部420は、タイマーイベント登録部405に指示し、タイマーイベント処理量検知部404からはタイマーイベントが必要とする処理量を、そして管理テーブル421を参照し、当該タイマーイベントがタスクを起床するものであった場合、タスク処理量検知部403からは当該タイマーイベントに対応するタスクが必要とする処理量をさらに受け取らせる。

[0104] タスク実行時間登録部401は、実施の形態3のタスク実行時間登録部301と同様の機能を有する。タスク実行時間登録部401は、タスク管理部410の指示により、タスクの実行時間に関する要求と許容範囲についての情報を登録し、その情報をタスク実行時間要求解釈部402に通知する。

[0105] タスク実行時間要求解釈部402は、タスク実行時間登録部401から通知されたタスク40の実行時間に関する要求を満たすように、タスク制御を行うタイマーイベント41を決定する。例えば、特定時間にタスク#1の実行開始が要求されている場合は、タスク#1を起床するタイマーイベント#1をその時間に実行するようにする。この様なタイマーイベント41によるタスク40の制御は現在一般的に行なわれているので、本実

施の形態でのタスク制御のタイマーイベントもそれと同様にすれば良い。

- [0106] 合わせて、タスク実行時間要求解釈部402は、タスク実行時間登録部401から通知されたタスク40の実行時間に関する要求の許容範囲から、タスク制御のタイマーイベント41の実行時間の許容範囲を求める。例えば、タスク40の実行開始時刻の許容範囲として一定時間の遅れが許されるなら、その時間をタスク40を起床するタイマーイベント41の実行開始時刻の許容範囲とする。周期的タスク実行が要求されるならば、要求されている周期でタスク40を起床するタイマーイベント41を実行し、タスク実行周期に許容範囲があればその許容範囲をタイマーイベントの実行周期の許容範囲とする。タスク実行時間要求解釈部402は、その実行時間、許容範囲とともに、決定したタスク制御のタイマーイベント41の登録をタイマーイベント登録部405に要求する。
- [0107] タスク処理量検知部403は、実施の形態3のタスク処理量検知部302と同様の機能を有する。タスク処理量検知部403は、タイマーイベント登録部405からの要求があった場合、検知したタスクが必要とする処理量をタイマーイベント登録部405に通知する。
- [0108] タイマーイベント処理量検知部404は、タイマーイベント登録部405からの要求があった場合、タイマーイベントが必要とする処理量を検知し、タイマーイベント登録部405に通知する。必要な処理量の検知は、タスク処理量検知部403と同様に、例えば、各タイマーイベント内で予め見積もった必要処理量を通知したり、実際に実行して要した処理量を実測してそれに基づき決定したりすることで可能である。
- [0109] タイマーイベント登録部405は、タスク実行時間要求解釈部402より要求されたタイマーイベントを、タイマーイベントの実行時間に対する要求と許容範囲と共に登録する。また、タイマーイベント登録部405は、タスクとは無関係なタイマーイベントを外部からの要求に基づき登録できる形態であっても良い。この場合も、タイマーイベント実行時間に対する要求及び許容範囲を登録可能としても良い。
- [0110] さらにタイマーイベント登録部405は、タイマーイベント管理部420からの指示により、タイマーイベント処理量検知部404からはタイマーイベントが必要とする処理量を、そして当該タイマーイベントがタスクを起床するものであった場合、タスク処理量検知部403からは当該タイマーイベントに対応するタスクが必要とする処理量をさらに

受け取る。そして、タイマーイベント登録部405は、タイマーイベント自身の必要処理量と、タイマーイベントにより実行されるタスクの必要処理量とを合わせた処理量を算出し、当該処理量を含めたタイマーイベントに関する情報をタイマーイベント決定部406に通知する。

- [0111] タイマーイベント決定部406は、タイマーイベント登録部405から通知されたタイマーイベントの実行時間に関する要求と許容範囲、さらにタイマーイベントによりタスクが実行される場合はタスクに必要な処理量、及びタイマーイベント自身が必要な処理量に基づき、タイマーイベントを実際に実行する時間を決定する。この時、タイマーイベント決定部406は、タイマーイベントの実行時間に関する要求とその許容範囲とを満たす範囲で、タイマーイベントを実行する時間を決定する。また、同時にタイマーイベントを実行することで必要となる処理量、つまり、タイマーイベント決定部406は、タイマーイベント自身と、タイマーイベントにより実行されるタスクとを合わせた処理量が一定時間毎でなるべく均等になるようにタイマーイベントを実行する時間を決定する。従って、タイマーイベントとそれによるタスク実行が一定時間毎に必要なとする処理量を合わせた全体が平滑化される。

- [0112] CPU動作周波数設定部407は、タイマーイベント決定部406により平滑化された処理量に基づいて、CPUの動作周波数を決定する。そして、CPU動作周波数設定部407は、CPU1に印加される電圧を制御することで当該動作周波数をCPU1に設定する。タイマーイベント実行部408は、動作周波数設定部407により設定された動作周波数で動作するCPU1を用いて、タイマーイベント決定部406が決定した実行時間でタイマーイベント41を実行する。タスク実行部409は、タイマーイベント実行部408が実行するタイマーイベントがタスク40を起床するものであった場合、当該タスク40を実行する。

- [0113] 図12は本実施の形態のCPUクロック制御装置の動作を説明するフローチャートである。ステップS12-1からステップS12-5は、タスク管理部410、タスク実行時間登録部401、タスク実行時間要求解釈部402、及びタスク処理量検知部403の処理の流れを示している。ステップS12-6からステップS12-7までは、タイマーイベント管理部420、タイマーイベント登録部405、タイマーイベント決定部406、CPU動作周

波数設定部407、及びタイマーイベント実行部408の処理の流れを示している。

- [0114] ステップS12-1では、例えばユーザが操作部4を操作することにより、情報処理装置54が実行するタスク40が例えば前述のROM等からメモリ装置2内にロードされ、登録される。ステップS12-2では、タスク管理部410は、登録されたタスク40の実行時間に関する要求と許容範囲とをタスク実行時間登録部401に登録する。ステップS12-3では、タスク実行時間要求解釈部402は、タスク実行時間登録部401に登録されたタスク40の実行時間に関する要求と許容範囲を満たすようにタスク40を制御するタイマーイベント41と、タイマーイベント41の実行時間に関する要求、及び許容範囲を決定する。
- [0115] 例えば、タスクが1秒後の起床を要求し、許容できる起床時間の遅れを0.1秒としている場合、タスク実行時間要求解釈部402は、タスクを起床するタイマーイベントを1秒後に0.1秒の遅れの範囲内で実行するように決定する。
- [0116] ステップS12-6は、タイマーイベントの登録要求であり、ステップS12-7からステップS12-13はタイマーイベントの登録要求を契機に実行される。ステップS12-7では、登録要求されているタイマーイベントの処理量の検知が行なわれる。これは、タイマーイベント登録部405がタイマーイベント処理量検知部404から当該タイマーイベントの処理量を受け取ることで実現される。ただし、ステップS12-7は必ずしもこの時点で行う必要は無く、タイマーイベントの処理量の情報が必要になる前ならどの時点でも良い。
- [0117] ステップS12-8では、タイマーイベント管理部420は、タイマーイベント登録部405への登録を要求しているタイマーイベントがタスクを起床するものかどうかを、管理テーブル421を参照することで判定する。その結果、登録を要求しているタイマーイベントがタスクを起床する場合は、ステップS12-20において、タイマーイベント登録部405はタスク処理量検知部403からタスクの実行に必要な処理量を受け取る。ただし、ステップS12-20は必ずしもこの時点で実行される必要はなく、タスクの必要処理量の情報が必要となる前なら、任意の時点で実行されても良い。
- [0118] 次にステップS12-9において、タイマーイベント登録部405は、タイマーイベント自身の必要処理量に起床されるタスクの必要処理量を加え、全体の必要処理量を算出

する。つまり、タスクの必要処理量もタイマーイベント実行に必要な処理量として計算される。そして、ステップS12-10では、タイマーイベント登録部405は、タイマーイベント管理部420から送出されたタイマーイベントとその実行時間要求、及び許容範囲を登録する。そして、タイマーイベント登録部405は、算出された全体の必要処理量を含めた情報を、タイマーイベント決定部406に通知する。

- [0119] ステップ12-11では、タイマーイベント決定部406は、各タイマーイベントの時間要求と許容範囲とを満たす範囲で、各タイマーイベントの必要処理量の単位時間当たりの合計が極力均等化するように実行時間を決定する。つまり、タイマーイベントの必要処理量にはタスクの起床の結果、タスクが必要とする処理量に加わっているので、ステップ12-11ではタイマーイベントとそれによって起床されるタスクの全ての処理量が均等化される。
- [0120] ステップS12-12では、CPU動作周波数設定部407は、タイマーイベント決定部406により平滑化された処理量に基づいてCPUの動作周波数を決定する。そして、CPU動作周波数設定部407は、CPU1に印加される電圧を制御することで当該動作周波数をCPU1に設定する。最後に、ステップS12-13では、タイマーイベント実行部408は、登録されたタイマーイベントを実行する。しかしながら、タイマーイベントの実行は指定されている時間に起こるので、実際にはステップS12-13はステップS12-12の直後に実行されるわけではなく、適切な時間の経過後に実行される。
- [0121] 本実施の形態の実装としては、例えば、タイマーイベントを実行すべき時間ごとのキューで管理することが挙げられる。キューには、タイマーイベントを登録する際に、実行時間、許容範囲、必要処理量(タスク分を含む)を合わせて記録する(ステップS12-1からS12-5、S12-6からS12-10)。その上で、新しいタイマーイベントが登録される毎に、キューを走査し、各時間での必要処理量が均等化するように許容範囲内でキューを組替え、各時間でのCPU動作周波数を決定する(ステップS12-11、S12-12)。そして、タイマーイベントを組替えられたキューに従った順番で実行し(ステップS12-13)、合わせて決定した各時間の動作周波数でCPUを駆動する。
- [0122] 図13は本実施の形態において、CPUクロック制御装置が行う処理の一例である。図13(a1)は、図3(a1)と同様、実行が要求されているタイマーイベントと、当該タイ

マーイベントが要求している実行時間とをそのまま時間軸上に配置した模式図である。(a1)は、図12のステップS12-1からステップS12-5、及びステップS12-6からステップS12-10までが実行された結果、タイマーイベント決定部406に通知される情報である。

[0123] この図において、四角のブロックはタイマーイベントを表している。つまり、(a1)では、A、B、Cの3つのタイマーイベントが要求されている。タイマーイベント名であるアルファベットの後の値はタイマーイベントの必要処理量であり、その後ろの値は実行時間要求と許容範囲である。タスクを起床するタイマーイベントの場合は、タイマーイベント自身の処理量の後ろに、符号「+」と共にタスクの処理量を表記している。従って、タイマーイベントAの場合、タイマーイベント自身の必要処理量が50、起床されるタスクの処理量が50、実行時間要求が0、許容範囲が+2となる。

[0124] また、図13の例では、タイマーイベントとタスクは、実行時間要求の値の時間からその次の時間までの間隔での実行と処理の完了とを要求しているとする。つまり、Aの場合は、時刻0から1の間での実行と処理の完了とを要求している。実施の形態1の例(図3、図4)と同様に、これを「時刻0での実行を要求している」という様に表記する。許容範囲の値も、同様に実行時間の変動の範囲を表している。

[0125] 図13(b1)は、(a1)の実行時間でタイマーイベントA、B及びCを実行し、各時間でそれぞれの処理を必要最小限の動作周波数で、アイドル期間をつくらないようにCPU動作周波数を設定した場合の動作周波数を表している。

[0126] 図13(a2)は、ステップS12-11が実行されて決定されたタイマーイベントの実際の実行時間を表している。そして、図13(b2)は、(a2)のタイマーイベント実行時のCPU動作周波数を表している。図13(b2)は、(b1)と比較すると動作周波数の変動が少なくなっており、この期間でのCPUの消費電力が削減される。またこのとき、各タイマーイベントはそれぞれの許容範囲を満たして実行されている。

[0127] 図14は、本実施の形態において、CPUクロック制御装置が行う処理の他の一例である。図14(a1)は、図13と同様に、実行が要求されているタイマーイベントと、当該タイマーイベントが要求している実行時間とをそのまま時間軸上に配置した模式図である。タイマーイベントAは周期3での周期的実行、Bは周期2での周期的実行を要

求しており、図14(a1)ではこれを実行時間要求がP3、P2と表記している。タイマーイベントA、Bはいずれも、処理量50のタイマーイベント自身に加えて処理量50のタスクを起動する。また、タイマーイベントAで起動されるタスクは実行される時刻が1遅れても許容できるので、タイマーイベントAは+1の許容範囲を持つ。それに対して、タイマーイベントBで起動されるタスクは実行される時刻が遅れることは許容できないので、タイマーイベントBの許容範囲は0である。

- [0128] 図14(a2)は、タイマーイベント決定部406が行うタイマーイベントの実行時間を平滑化した後の状態を表しており、この例では、タイマーイベントAの実行時間が、もともと実行を要求されていた時刻から変更されている。
- [0129] (b1)、(b2)は処理に必要な最小の動作周波数を用いる場合の動作周波数を表す模式図である。(b2)においては、動作周波数が完全に均等化されている訳ではないが、(b1)に比べて動作周波数の変動が少なくなり、その分CPUの消費電力は削減される。またこのとき、タイマーイベントとタスクとは、それぞれの許容範囲を満たして実行されている。
- [0130] 以上の様に、本実施の形態では、タスクとタイマーイベントの実行時間に関する要求と許容範囲とを満たした上で、CPUの消費電力を削減することが可能である。なお、他の実施の形態と同様に、全てのタイマーイベントにおいて許容範囲が登録されている必要は無い。処理量を平滑化されるのが全ての処理の一部であったとしても、その分の処理量は平滑化されるので、消費電力の削減効果を得ることが可能である。また、本実施の形態ではタスク及びタイマーイベントの両方の必要処理量を平滑化しているが、必ずしもその必要は無い。いずれかの必要な処理量が十分小さい場合は、影響が小さいとして無視しても良い。例えばタスクに比べてタイマーイベントの必要処理量が十分小さい場合は、タイマーイベントの必要処理量を実質上は「0」として、タスクの必要処理量のみを平滑化しても良い。
- [0131] また、本実施の形態においても実施の形態2と同様に、割り込み処理量検知部と、割り込み処理部と、割り込み発生時にタイマーイベント実行時間を再決定する割り込み時実行時間調整部とを設けることも可能である。この場合は、割り込み発生時に、割り込み処理の分を加えた上で処理量が均等化するようにタイマーイベントの実行時

間を再決定する。これにより、割り込みの発生にも対応した上で、CPUの消費電力を削減することが可能となる。

- [0132] なお、本発明の実施の形態ではOS400内に、タスク管理部410、タイマーイベント管理部420、タスク実行時間登録部401、タスク実行時間要求解釈部402、タスク処理量検知部403、タイマーイベント処理量検知部404、タイマーイベント登録部405、タイマーイベント決定部406、CPU動作周波数設定部407、タイマーイベント実行部408、及びタスク実行部409を設けたが、OS400の外部に設けることも可能である。

[0133] [実施の形態の概要]

本発明に係る実施の形態の概要を以下に記載する。

- [0134] (1) 上記したように、本願発明に係るCPUクロック制御装置は、自身が有するCPUのクロックを制御するCPUクロック制御装置であって、前記CPUが実行するプログラムをロードし、当該プログラムと、当該プログラムの実行時間に関する要求及び当該プログラムの実行時間に関する要求の許容範囲とを対応づけるプログラム管理部と、前記プログラムの実行時間に関する要求と許容範囲とを前記プログラム管理部から受け取り、前記プログラムと対応づけて登録するプログラム実行時間登録部と、前記プログラムの実行に必要な処理量を検知するプログラム処理量検知部と、前記プログラム実行時間登録部に登録された実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で、前記プログラム処理量検知部により検知された処理量が所定時間範囲において均等化するように、前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量を決定するプログラム実行時間決定部と、前記プログラム実行時間決定部により決定された前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量に基づき、前記CPUの各時刻における動作周波数を決定し、当該動作周波数を前記CPUに設定するCPU動作周波数設定部と、前記CPU動作周波数設定部により設定された動作周波数で動作する前記CPUに、前記プログラム実行時間決定部により決定された実行開始時刻及び単位時間当りの処理量で前記プログラムを実行させるプログラム実行部と、を備えることが好ましい。

- [0135] この構成によれば、プログラム実行時間登録部は、プログラム管理部の制御のもと、

CPUが実行するプログラムの実行時間に関する要求と、プログラムの実行時間に関する要求の許容範囲とを登録する。ここで、実行時間に関する要求とは、当該プログラムをいつ実行させるかを指定する実行開始時刻や、いつまでに処理を終える必要があるかを指定する終了時刻、さらには周期的にプログラムを実行する場合の実行周期等である。また、許容範囲とは、実行時間に関する要求に対してどの程度の変動が許されるかを示す情報である。例えば、実行開始時刻や終了時刻をどれだけ早めるまたは遅くすることが許容されるかを表す。

[0136] また、プログラム処理量検知部は、CPUが実行するプログラムの実行に必要な処理量を検知する。そして、プログラム実行時間登録部は実行時間に関する要求と許容範囲とを、プログラム処理量検知部は必要な処理量を、それぞれプログラム実行時間決定部に通知する。プログラム実行時間決定部は、それらの情報に基づいて、実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で、所定時間範囲における処理量が、完全ではなくともできるだけ均等化するように、実行開始時刻及び単位時間当りの処理量を決定する。例えば、プログラム実行時間決定部は、同じ処理量が必要な2つのプログラムが同じ時刻に実行開始を要求しており、かつそれ以外のプログラムの実行が要求されていない場合、一方のプログラムを他方のプログラムが終了した後に行うように実行開始時刻の調整を行う。

[0137] 続いて、CPU動作周波数設定部は、プログラム実行時間決定部により決定されたプログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量に基づき、CPUの各時刻における動作周波数を決定し、設定する。プログラム実行部は、当該CPUを用いてプログラムの実行を行わせるので、結果として、プログラムの実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で、当該プログラムの実行を行うことができる。さらに、CPUに要求される処理量を均等化しているので、それに応じてCPUの消費電力の削減を行うことが可能である。

[0138] (2) CPUクロック制御装置は、CPUクロック制御装置(1)であって、割り込み発生時に実行される割り込み処理を行う割り込み処理部と、前記割り込み処理に必要な処理量を検知する割り込み処理量検知部と、前記割り込み処理部が割り込みの発生時刻において当該割り込み処理を行う場合、前記プログラム実行時間登録部に登録

された実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で、前記プログラムの実行に必要な処理量と前記割り込み処理の処理量とが所定時間範囲において均等化するように、前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量を再決定する割り込み時実行時間調整部と、を更に備え、前記CPU動作周波数設定部は、前記プログラム実行時間決定部により均等化された処理量、または前記割り込み時実行時間調整部により均等化された処理量のいずれか新しい処理量に基づき前記CPUの動作周波数を決定し、前記プログラム実行部は、前記プログラム実行時間決定部により決定された実行開始時刻及び単位時間当りの処理量、または前記割り込み時実行時間調整部により再決定された実行開始時刻及び単位時間当りの処理量のいずれか新しい実行開始時刻及び単位時間当りの処理量で、前記プログラムを実行させることが好ましい。

[0139] この構成によれば、割り込み処理部は、割り込みが発生するとその発生時刻において当該割り込み処理を行う。そして、その割り込み処理に必要な処理量は、割り込み処理量検知部により検知されている。このままでは、当該割り込みが発生した時刻における処理量だけが増加してしまい、CPUの消費電力もその分増加することが懸念される。そこで、割り込みが発生した場合は、割り込み時実行時間調整部が、割り込み発生時刻における割り込み処理量を含めて、プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量を再決定する。このとき、割り込み時実行時間調整部は、プログラム実行時間決定部と同様に、実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で再決定する。これにより、割り込みが発生した場合にも、CPUに要求される処理量を均等化し、それに応じてCPUの消費電力の削減を行うことが可能となる。

[0140] (3) 上記したように、本願発明に係るCPUクロック制御装置は、自身が有するCPUのクロックを制御するCPUクロック制御装置であって、前記CPUが実行するタスクをロードし、当該タスクと、当該タスクの実行時間に関する要求及び当該タスクの実行時間に関する要求の許容範囲とを対応づけるタスク管理部と、前記タスクの実行時間に関する要求と許容範囲とを前記タスク管理部から受け取り、前記タスクと対応づけて登録するタスク実行時間登録部と、前記タスクの実行に必要な処理量を検知するタスク処理量検知部と、前記タスク実行時間登録部に登録された実行時間に関する

る要求と許容範囲とを満たす範囲内で、前記タスク処理量検知部により検知された処理量が所定時間範囲において均等化するように、前記タスクの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量をスケジューリングするタスクスケジューリング部と、前記タスクスケジューリング部によりスケジューリングされた前記タスクの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量に基づき、前記CPUの動作周波数を決定し、当該動作周波数を前記CPUに設定するCPU動作周波数設定部と、前記CPU動作周波数設定部により設定された動作周波数で動作する前記CPUに、前記タスクスケジューリング部によるスケジューリングに基づいて、前記タスクを実行させるタスク実行部と、を備えることが好ましい。

[0141] この構成によれば、タスク実行時間登録部は、タスク管理部の制御のもと、CPUが実行するタスクの実行時間に関する要求と、タスクの実行時間に関する要求の許容範囲とを登録する。ここで、実行時間に関する要求とは、当該タスクをいつ実行させるかを指定する実行開始時刻や、いつまでに処理を終える必要があるかを指定する終了時刻、さらには周期的にタスクを実行する場合の実行周期等である。また、許容範囲とは、実行時間に関する要求に対してどの程度の変動が許されるかを示す情報である。例えば、実行開始時刻や終了時刻をどれだけ早めるまたは遅くすることが許されるかを表す。

[0142] また、タスク処理量検知部は、CPUが実行するタスクの実行に必要な処理量を検知する。そして、タスク実行時間登録部は実行時間に関する要求と許容範囲とを、タスク処理量検知部は必要な処理量を、それぞれタスクスケジューリング部に通知する。タスクスケジューリング部は、それらの情報に基づいて、実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で、所定時間範囲における処理量が、完全ではなくともできるだけ均等化するように、実行開始時刻及び単位時間当りの処理量を決定する。例えば、タスクスケジューリング部は、同じ処理量が必要な2つのタスクが同じ時刻に実行開始を要求しており、かつそれ以外のタスクの実行が要求されていない場合、一方のタスクを他方のタスクが終了した後に行うように実行開始時刻の調整を行う。

[0143] 続いて、CPU動作周波数設定部は、タスクスケジューリング部により決定されたタスクの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量に基づき、CPUの各時刻における動

作周波数を決定し、設定する。タスク実行部は、当該CPUを用いてタスクの実行を行わせるので、結果として、タスクの実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で、当該タスクの実行を行うことができる。さらに、CPUに要求される処理量を均等化しているので、それに応じてCPUの消費電力の削減を行うことが可能である。

- [0144] (4) 上記したように、本願発明に係るCPUクロック制御装置は、自身が有するCPUのクロックを制御するCPUクロック制御装置であって、前記CPUが実行するタスクをロードし、当該タスクと、当該タスクの実行時間に関する要求及び当該タスクの実行時間に関する要求の許容範囲とを対応づけるタスク管理部と、前記タスクの実行時間に関する要求と許容範囲とを前記タスク管理部から受け取り、前記タスクと対応づけて登録するタスク実行時間登録部と、前記タスクの実行に必要な処理量を検知するタスク処理量検知部と、前記タスク実行時間登録部に登録された実行時間に関する要求と許容範囲とを満たすように、前記タスクを制御するタイマーイベントを決定するタスク実行時間要求解釈部と、前記タスク実行時間要求解釈部が決定したタイマーイベントを含むタイマーイベントの実行時間に関する要求と、前記タイマーイベントの実行時間の許容範囲とを登録するタイマーイベント登録部と、前記タイマーイベントの実行に必要な処理量を検知するタイマーイベント処理量検知部と、前記タイマーイベント登録部に登録されたタイマーイベントの実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で、タイマーイベントにより実行に移されるタスクに関し前記タスク処理量検知部が検知した必要処理量と、前記タイマーイベント処理量検知部が検知したタイマーイベントの処理量との合計が、所定時間範囲において均等化するように、前記タイマーイベントの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量を決定するタイマーイベント決定部と、前記タイマーイベント決定部により決定された前記タイマーイベントの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量に基づき、前記CPUの動作周波数を決定し、当該動作周波数を前記CPUに設定するCPU動作周波数設定部と、前記CPU動作周波数設定部により設定された動作周波数で動作する前記CPUに、前記タイマーイベント決定部により決定された実行開始時刻及び単位時間当りの処理量に基づいて、前記タイマーイベントを実行させるタイマーイベント実行部と、を備えることが好ましい。

- [0145] この構成によれば、タスク実行時間登録部は、タスク管理部の制御のもと、CPUが実行するタスクの実行時間に関する要求と、タスクの実行時間に関する要求の許容範囲とを登録する。ここで、実行時間に関する要求とは、当該タスクをいつ実行させるかを指定する実行開始時刻や、いつまでに処理を終える必要があるかを指定する終了時刻、さらには周期的にタスクを実行する場合の実行周期等である。また、許容範囲とは、実行時間に関する要求に対してどの程度の変動が許されるかを示す情報である。例えば、実行開始時刻や終了時刻をどれだけ早めるまたは遅くすることが許容されるかを表す。
- [0146] タスク実行時間要求解釈部は、タスク実行時間登録部に登録された実行時間に関する要求と許容範囲とを満たすように、タスクを制御するタイマーイベントを決定する。また、タスク処理量検知部は、CPUが実行するタスクの実行に必要な処理量を検知し、タイマーイベント処理量検知部は、CPUが実行するタイマーイベントの実行に必要な処理量を検知する。そして、タイマーイベント登録部は、タイマーイベント管理部の指示により、タイマーイベント処理量検知部からタイマーイベントの実行に必要な処理量を受け取る。さらに、タイマーイベント登録部は、タイマーイベント管理部の指示により、当該タイマーイベントがタスクを起床する場合には、タスク処理量検知部からタスクの実行に必要な処理量を受け取る。
- [0147] タイマーイベント決定部は、タイマーイベント(及びタスク)の処理量、及びタイマーイベントの実行時間に関する要求と許容範囲等をタイマーイベント登録部から受け取り、タイマーイベントの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量を決定する。つまり、タイマーイベント決定部は、タイマーイベントがタスクを起床しない場合にはタイマーイベントのみの、タイマーイベントがタスクを起床する場合にはタイマーイベントとタスクの処理量を加えた処理量を均等化する。
- [0148] 続いて、CPU動作周波数設定部は、タイマーイベント決定部により決定されたタイマーイベントの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量に基づき、CPUの各時刻における動作周波数を決定し、設定する。タイマーイベント実行部は、当該CPUを用いてタイマーイベントの実行を行わせるので、結果として、タイマーイベントの実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で、当該タイマーイベントの実行を行う

ことができる。さらに、CPUに要求される処理量を均等化しているのもので、それに応じてCPUの消費電力の削減を行うことが可能である。

[0149] (5) 上記したように、本願発明に係るCPUクロック制御方法は、CPUが実行するプログラムの実行時間に関する要求と、前記プログラムの実行時間に関する要求の許容範囲とを、前記プログラムに対応づけて登録するプログラム実行時間登録工程と、前記プログラムの実行に必要な処理量を検知するプログラム処理量検知工程と、前記プログラム実行時間登録工程により登録された実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で、前記プログラム処理量検知工程により検知された処理量が所定時間範囲において均等化するように、前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量を決定するプログラム実行時間決定工程と、前記プログラム実行時間決定工程により決定された前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量に基づき、前記CPUの各時刻における動作周波数を決定し、当該動作周波数を前記CPUに設定するCPU動作周波数設定工程と、前記CPU動作周波数設定工程により設定された動作周波数で動作する前記CPUに、前記プログラム実行時間決定工程により決定された実行開始時刻及び単位時間当りの処理量で前記プログラムを実行させるプログラム実行工程と、を備えることが好ましい。

[0150] この構成は、装置(1)について述べたと同様の理由により、CPUに要求される処理量を均等化しているのもので、それに応じてCPUの消費電力の削減を行うことが可能である。

[0151] (6) 上記したように、本願発明に係るCPUクロック制御プログラムは、自身が有するCPUのクロックを制御するCPUクロック制御装置としてコンピュータを機能させるCPUクロック制御プログラムであって、前記CPUが実行するプログラムの実行時間に関する要求と、前記プログラムの実行時間に関する要求の許容範囲とを、前記プログラムに対応づけて登録するプログラム実行時間登録手段と、前記プログラムの実行に必要な処理量を検知するプログラム処理量検知手段と、前記プログラム実行時間登録手段により登録された実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で、前記プログラム処理量検知手段により検知された処理量が所定時間範囲において均等化するように、前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量を決定

するプログラム実行時間決定手段と、前記プログラム実行時間決定手段により決定された前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量に基づき、前記CPUの各時刻における動作周波数を決定し、当該動作周波数を前記CPUに設定するCPU動作周波数設定手段と、前記CPU動作周波数設定手段により設定された動作周波数で動作する前記CPUに、前記プログラム実行時間決定工程により決定された実行開始時刻及び単位時間当りの処理量で前記プログラムを実行させるプログラム実行手段として前記コンピュータを機能させる。

[0152] この構成は、装置(1)について述べたと同様の理由により、CPUに要求される処理量を均等化しているので、それに応じてCPUの消費電力の削減を行うことが可能である。

[0153] (7) 上記したように、本願発明に係る記録媒体は、自身が有するCPUのクロックを制御するCPUクロック制御装置としてコンピュータを機能させるCPUクロック制御プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記CPUが実行するプログラムの実行時間に関する要求と、前記プログラムの実行時間に関する要求の許容範囲とを、前記プログラムに対応づけて登録するプログラム実行時間登録手段と、前記プログラムの実行に必要な処理量を検知するプログラム処理量検知手段と、前記プログラム実行時間登録手段により登録された実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で、前記プログラム処理量検知手段により検知された処理量が所定時間範囲において均等化するように、前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量を決定するプログラム実行時間決定手段と、前記プログラム実行時間決定手段により決定された前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量に基づき、前記CPUの各時刻における動作周波数を決定し、当該動作周波数を前記CPUに設定するCPU動作周波数設定手段と、前記CPU動作周波数設定手段により設定された動作周波数で動作する前記CPUに、前記プログラム実行時間決定工程により決定された実行開始時刻及び単位時間当りの処理量で前記プログラムを実行させるプログラム実行手段として前記コンピュータを機能させるCPUクロック制御プログラムを記録したものである。

[0154] この構成は、装置(1)について述べたと同様の理由により、CPUに要求される処理

量を均等化しているので、それに応じてCPUの消費電力の削減を行うことが可能である。

[0155] (8) 上記したように、本願発明に係る伝送媒体は、自身が有するCPUのクロックを制御するCPUクロック制御装置としてコンピュータを機能させるCPUクロック制御プログラムを保持する伝送媒体であって、前記CPUが実行するプログラムの実行時間に関する要求と、前記プログラムの実行時間に関する要求の許容範囲とを、前記プログラムに対応づけて登録するプログラム実行時間登録手段と、前記プログラムの実行に必要な処理量を検知するプログラム処理量検知手段と、前記プログラム実行時間登録手段により登録された実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で、前記プログラム処理量検知手段により検知された処理量が所定時間範囲において均等化するように、前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量を決定するプログラム実行時間決定手段と、前記プログラム実行時間決定手段により決定された前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量に基づき、前記CPUの各時刻における動作周波数を決定し、当該動作周波数を前記CPUに設定するCPU動作周波数設定手段と、前記CPU動作周波数設定手段により設定された動作周波数で動作する前記CPUに、前記プログラム実行時間決定工程により決定された実行開始時刻及び単位時間当りの処理量で前記プログラムを実行させるプログラム実行手段として前記コンピュータを機能させるCPUクロック制御プログラムを保持するものである。

[0156] この構成は、装置(1)について述べたと同様の理由により、CPUに要求される処理量を均等化しているので、それに応じてCPUの消費電力の削減を行うことが可能である。

[0157] 本発明は詳細に説明されたが、上記した説明は、全ての局面において、例示であって、本発明がそれに限定されるものではない。例示されていない無数の変形例が、この発明の範囲から外れることなく想定され得るものと解される。

産業上の利用可能性

[0158] 本発明にかかるCPUクロック制御装置及び方法は、情報処理装置を用いるものであれば幅広い分野において有効である。例えば、大型計算機やパーソナルコンピュ

一タのような形態のみならず、各種の家電機器、携帯電話のような通信機器、産業機器、乗用機器などでも利用可能である。

請求の範囲

- [1] 自身が有するCPUのクロックを制御するCPUクロック制御装置であって、
前記CPUが実行するプログラムをロードし、当該プログラムと、当該プログラムの実行時間に関する要求及び当該プログラムの実行時間に関する要求の許容範囲とを対応づけるプログラム管理部と、
前記プログラムの実行時間に関する要求と許容範囲とを前記プログラム管理部から受け取り、前記プログラムと対応づけて登録するプログラム実行時間登録部と、
前記プログラムの実行に必要な処理量を検知するプログラム処理量検知部と、
前記プログラム実行時間登録部に登録された実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で、前記プログラム処理量検知部により検知された処理量が所定時間範囲において均等化するように、前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量を決定するプログラム実行時間決定部と、
前記プログラム実行時間決定部により決定された前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量に基づき、前記CPUの各時刻における動作周波数を決定し、当該動作周波数を前記CPUに設定するCPU動作周波数設定部と、
前記CPU動作周波数設定部により設定された動作周波数で動作する前記CPUに、前記プログラム実行時間決定部により決定された実行開始時刻及び単位時間当りの処理量で前記プログラムを実行させるプログラム実行部と、
を備えることを特徴とするCPUクロック制御装置。
- [2] 割り込み発生時に実行される割り込み処理を行う割り込み処理部と、
前記割り込み処理に必要な処理量を検知する割り込み処理量検知部と、
前記割り込み処理部が割り込みの発生時刻において当該割り込み処理を行う場合、前記プログラム実行時間登録部に登録された実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で、前記プログラムの実行に必要な処理量と前記割り込み処理の処理量とが所定時間範囲において均等化するように、前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量を再決定する割り込み時実行時間調整部と、
を更に備え、
前記CPU動作周波数設定部は、前記プログラム実行時間決定部により均等化され

た処理量、または前記割り込み時実行時間調整部により均等化された処理量のいずれか新しい処理量に基づき前記CPUの動作周波数を決定し、

前記プログラム実行部は、前記プログラム実行時間決定部により決定された実行開始時刻及び単位時間当りの処理量、または前記割り込み時実行時間調整部により再決定された実行開始時刻及び単位時間当りの処理量のいずれか新しい実行開始時刻及び単位時間当りの処理量で、前記プログラムを実行させることを特徴とする請求項1記載のCPUクロック制御装置。

- [3] 自身が有するCPUのクロックを制御するCPUクロック制御装置であって、
- 前記CPUが実行するタスクをロードし、当該タスクと、当該タスクの実行時間に関する要求及び当該タスクの実行時間に関する要求の許容範囲とを対応づけるタスク管理部と、
- 前記タスクの実行時間に関する要求と許容範囲とを前記タスク管理部から受け取り、前記タスクと対応づけて登録するタスク実行時間登録部と、
- 前記タスクの実行に必要な処理量を検知するタスク処理量検知部と、
- 前記タスク実行時間登録部に登録された実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で、前記タスク処理量検知部により検知された処理量が所定時間範囲において均等化するように、前記タスクの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量をスケジューリングするタスクスケジューリング部と、
- 前記タスクスケジューリング部によりスケジューリングされた前記タスクの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量に基づき、前記CPUの動作周波数を決定し、当該動作周波数を前記CPUに設定するCPU動作周波数設定部と、
- 前記CPU動作周波数設定部により設定された動作周波数で動作する前記CPUに、前記タスクスケジューリング部によるスケジューリングに基づいて、前記タスクを実行させるタスク実行部と、
- を備えることを特徴とするCPUクロック制御装置。

- [4] 自身が有するCPUのクロックを制御するCPUクロック制御装置であって、
- 前記CPUが実行するタスクをロードし、当該タスクと、当該タスクの実行時間に関する要求及び当該タスクの実行時間に関する要求の許容範囲とを対応づけるタスク管

理部と、

前記タスクの実行時間に関する要求と許容範囲とを前記タスク管理部から受け取り、前記タスクと対応づけて登録するタスク実行時間登録部と、

前記タスクの実行に必要な処理量を検知するタスク処理量検知部と、

前記タスク実行時間登録部に登録された実行時間に関する要求と許容範囲とを満たすように、前記タスクを制御するタイマーイベントを決定するタスク実行時間要求解釈部と、

前記タスク実行時間要求解釈部が決定したタイマーイベントを含むタイマーイベントの実行時間に関する要求と、前記タイマーイベントの実行時間の許容範囲とを登録するタイマーイベント登録部と、

前記タイマーイベントの実行に必要な処理量を検知するタイマーイベント処理量検知部と、

前記タイマーイベント登録部に登録されたタイマーイベントの実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で、タイマーイベントにより実行に移されるタスクに関し前記タスク処理量検知部が検知した必要処理量と、前記タイマーイベント処理量検知部が検知したタイマーイベントの処理量との合計が、所定時間範囲において均等化するように、前記タイマーイベントの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量を決定するタイマーイベント決定部と、

前記タイマーイベント決定部により決定された前記タイマーイベントの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量に基づき、前記CPUの動作周波数を決定し、当該動作周波数を前記CPUに設定するCPU動作周波数設定部と、

前記CPU動作周波数設定部により設定された動作周波数で動作する前記CPUに、前記タイマーイベント決定部により決定された実行開始時刻及び単位時間当りの処理量に基づいて、前記タイマーイベントを実行させるタイマーイベント実行部と、を備えることを特徴とするCPUクロック制御装置。

- [5] CPUが実行するプログラムの実行時間に関する要求と、前記プログラムの実行時間に関する要求の許容範囲とを、前記プログラムに対応づけて登録するプログラム実行時間登録工程と、

前記プログラムの実行に必要な処理量を検知するプログラム処理量検知工程と、
前記プログラム実行時間登録工程により登録された実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で、前記プログラム処理量検知工程により検知された処理量が所定時間範囲において均等化するように、前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量を決定するプログラム実行時間決定工程と、

前記プログラム実行時間決定工程により決定された前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量に基づき、前記CPUの各時刻における動作周波数を決定し、当該動作周波数を前記CPUに設定するCPU動作周波数設定工程と、

前記CPU動作周波数設定工程により設定された動作周波数で動作する前記CPUに、前記プログラム実行時間決定工程により決定された実行開始時刻及び単位時間当りの処理量で前記プログラムを実行させるプログラム実行工程と、
を備えることを特徴とするCPUクロック制御方法。

- [6] 自身が有するCPUのクロックを制御するCPUクロック制御装置としてコンピュータを機能させるCPUクロック制御プログラムであって、

前記CPUが実行するプログラムの実行時間に関する要求と、前記プログラムの実行時間に関する要求の許容範囲とを、前記プログラムに対応づけて登録するプログラム実行時間登録手段と、

前記プログラムの実行に必要な処理量を検知するプログラム処理量検知手段と、
前記プログラム実行時間登録手段により登録された実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で、前記プログラム処理量検知手段により検知された処理量が所定時間範囲において均等化するように、前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量を決定するプログラム実行時間決定手段と、

前記プログラム実行時間決定手段により決定された前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量に基づき、前記CPUの各時刻における動作周波数を決定し、当該動作周波数を前記CPUに設定するCPU動作周波数設定手段と、

前記CPU動作周波数設定手段により設定された動作周波数で動作する前記CPUに、前記プログラム実行時間決定工程により決定された実行開始時刻及び単位時間当りの処理量で前記プログラムを実行させるプログラム実行手段として前記コンピ

ュータを機能させるCPUクロック制御プログラム。

- [7] 自身が有するCPUのクロックを制御するCPUクロック制御装置としてコンピュータを機能させるCPUクロック制御プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記CPUが実行するプログラムの実行時間に関する要求と、前記プログラムの実行時間に関する要求の許容範囲とを、前記プログラムに対応づけて登録するプログラム実行時間登録手段と、

前記プログラムの実行に必要な処理量を検知するプログラム処理量検知手段と、

前記プログラム実行時間登録手段により登録された実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で、前記プログラム処理量検知手段により検知された処理量が所定時間範囲において均等化するように、前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量を決定するプログラム実行時間決定手段と、

前記プログラム実行時間決定手段により決定された前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量に基づき、前記CPUの各時刻における動作周波数を決定し、当該動作周波数を前記CPUに設定するCPU動作周波数設定手段と、

前記CPU動作周波数設定手段により設定された動作周波数で動作する前記CPUに、前記プログラム実行時間決定工程により決定された実行開始時刻及び単位時間当りの処理量で前記プログラムを実行させるプログラム実行手段として前記コンピュータを機能させるCPUクロック制御プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

- [8] 自身が有するCPUのクロックを制御するCPUクロック制御装置としてコンピュータを機能させるCPUクロック制御プログラムを保持する伝送媒体であって、

前記CPUが実行するプログラムの実行時間に関する要求と、前記プログラムの実行時間に関する要求の許容範囲とを、前記プログラムに対応づけて登録するプログラム実行時間登録手段と、

前記プログラムの実行に必要な処理量を検知するプログラム処理量検知手段と、

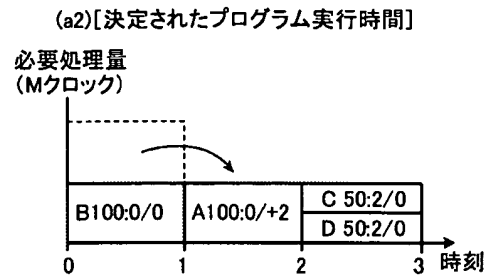
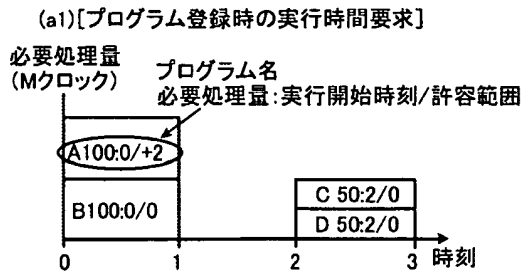
前記プログラム実行時間登録手段により登録された実行時間に関する要求と許容範囲とを満たす範囲内で、前記プログラム処理量検知手段により検知された処理量

が所定時間範囲において均等化するように、前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量を決定するプログラム実行時間決定手段と、

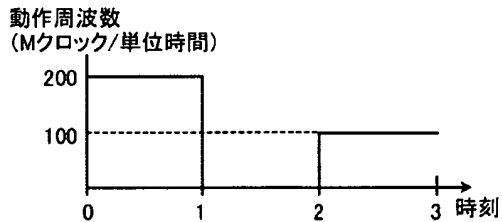
前記プログラム実行時間決定手段により決定された前記プログラムの実行開始時刻及び単位時間当りの処理量に基づき、前記CPUの各時刻における動作周波数を決定し、当該動作周波数を前記CPUに設定するCPU動作周波数設定手段と、

前記CPU動作周波数設定手段により設定された動作周波数で動作する前記CPUに、前記プログラム実行時間決定工程により決定された実行開始時刻及び単位時間当りの処理量で前記プログラムを実行させるプログラム実行手段として前記コンピュータを機能させるCPUクロック制御プログラムを保持する伝送媒体。

[図3]

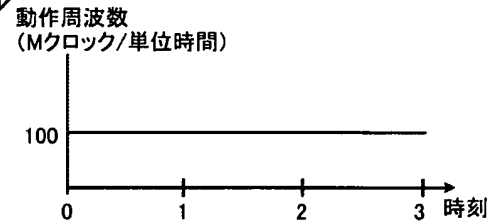


(b1)[CPU動作周波数(要求のまま実行した場合)]

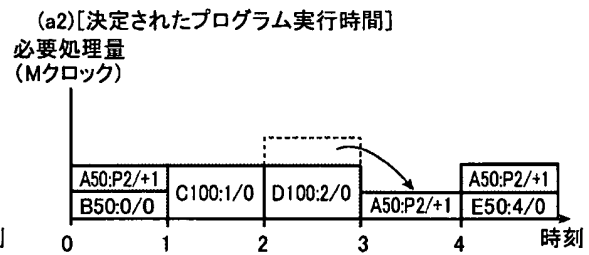
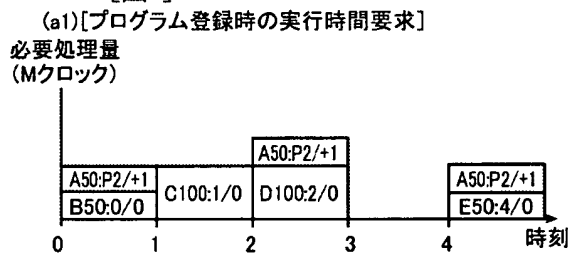


プログラム実行時間
の決定

(b2)[CPU動作周波数(実行時間決定後)]

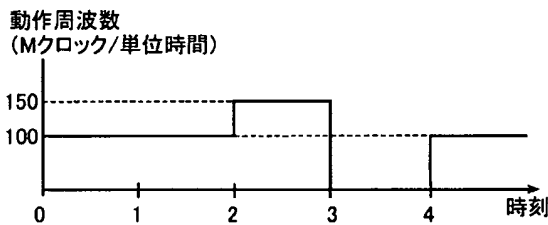


[図4]

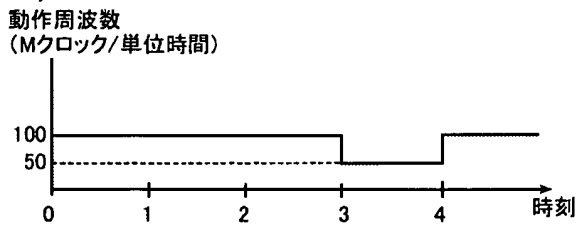


プログラム実行時間
の決定

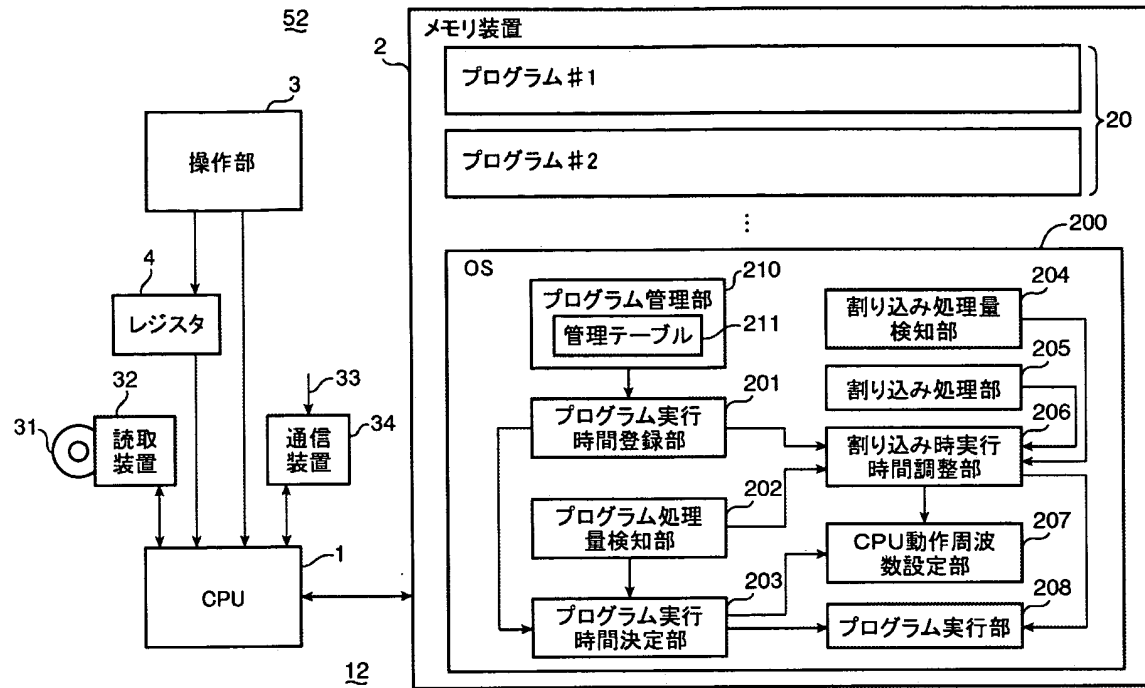
(b1)[CPU動作周波数(要求のまま実行した場合)]



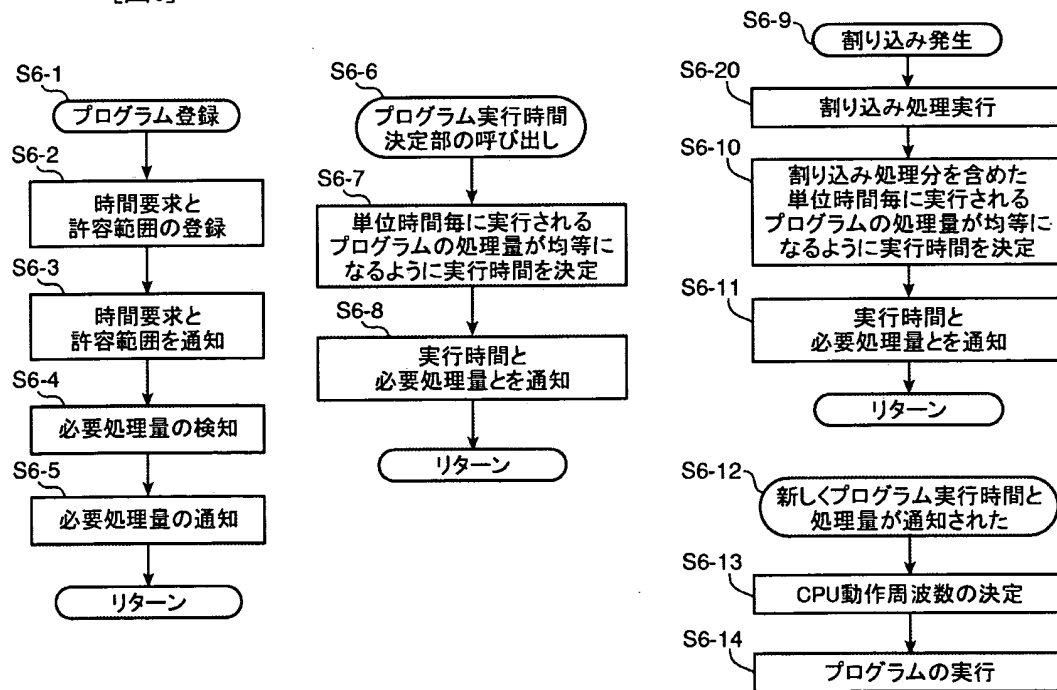
(b2)[CPU動作周波数(実行時間決定後)]



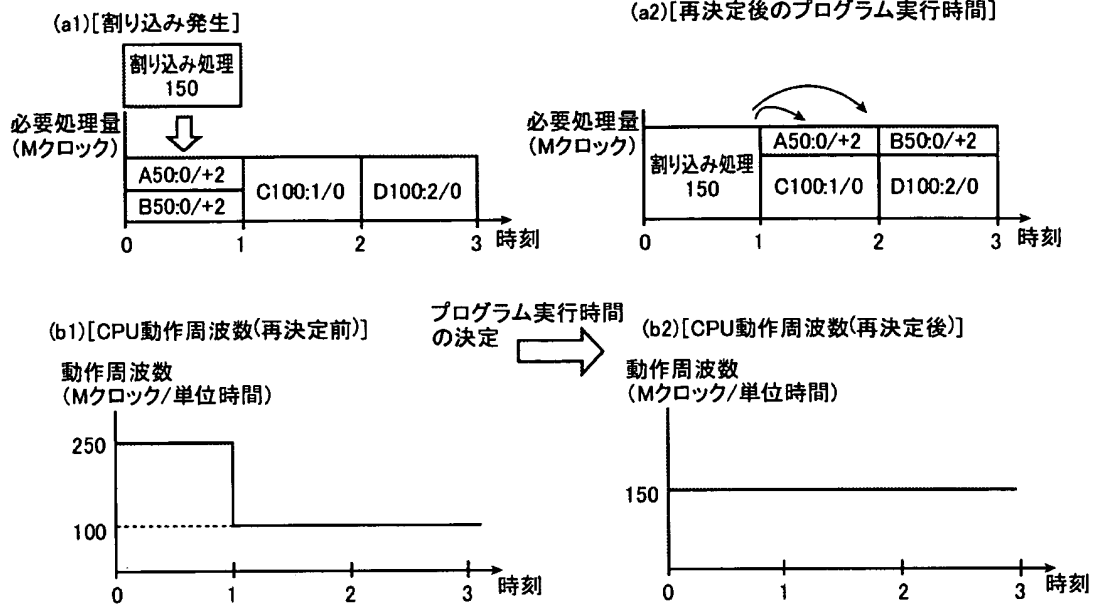
[図5]



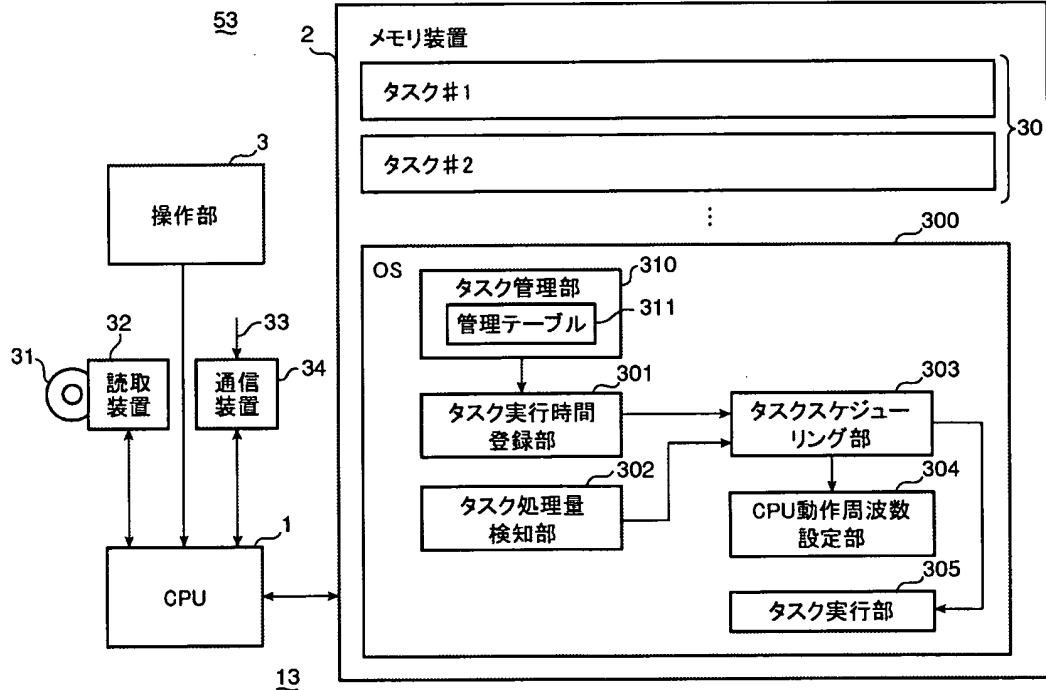
[図6]



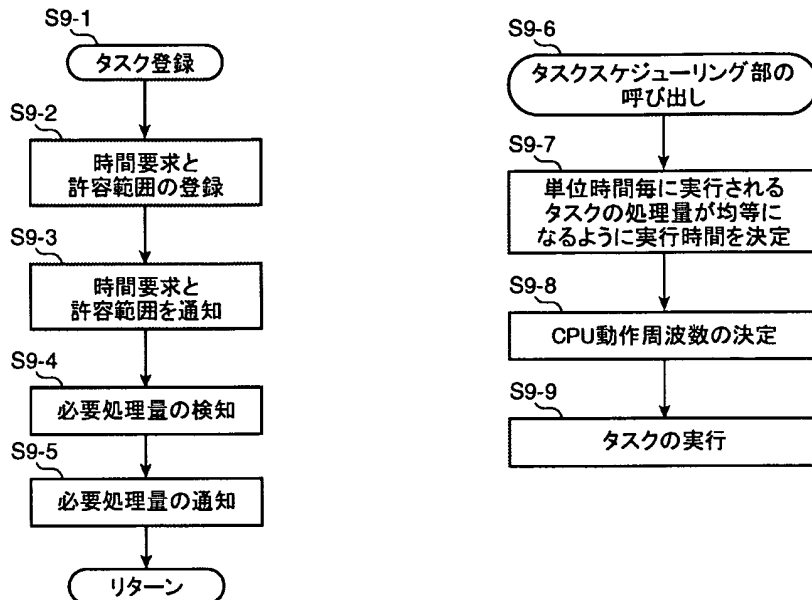
[図7]



[図8]

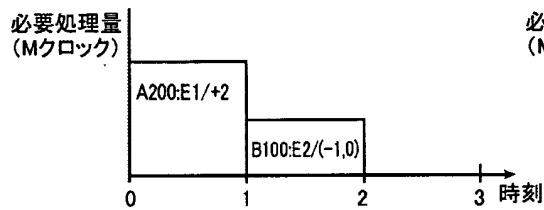


[図9]

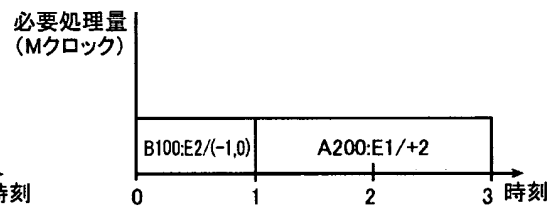


[図10]

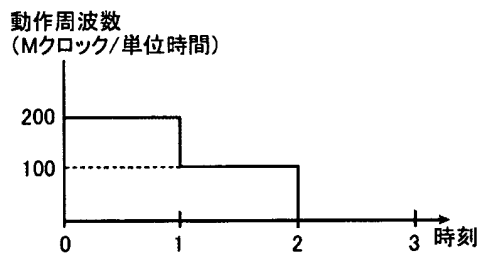
(a1)[通常のデッドラインスケジュール]



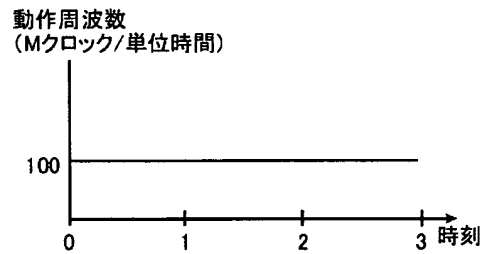
(a2)[許容範囲を用いたスケジューリング]



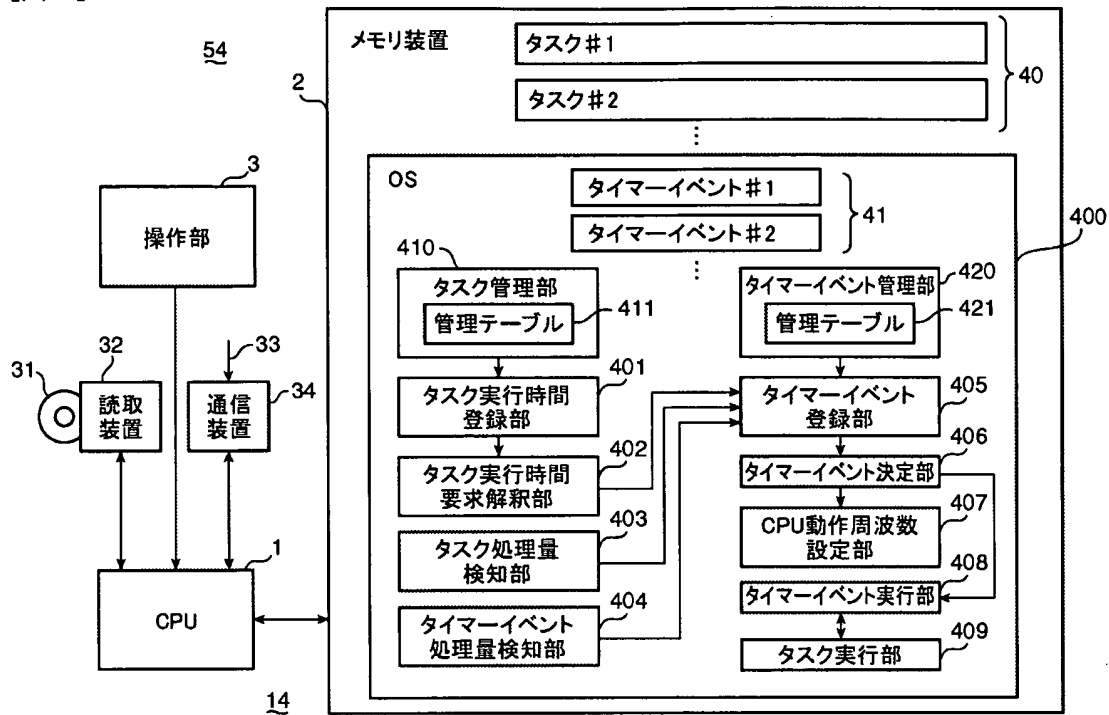
(b1)[CPU動作周波数(通常)]



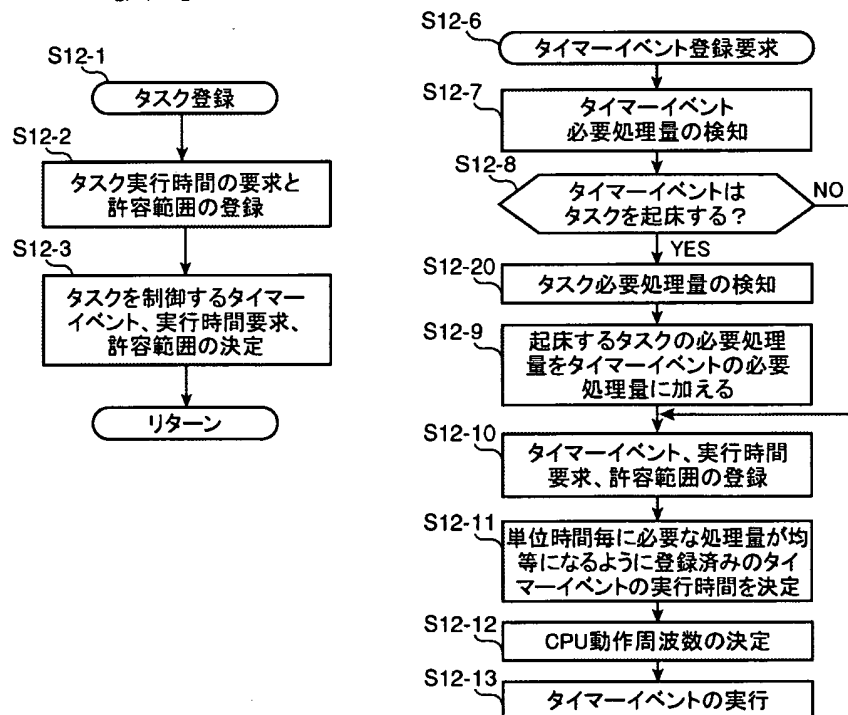
(b2)[CPU動作周波数(許容範囲を用いたスケジューリング)]



[図11]



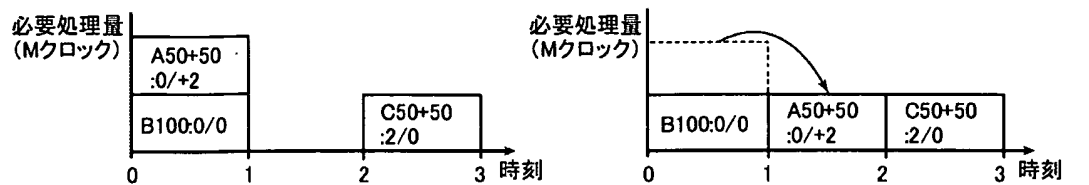
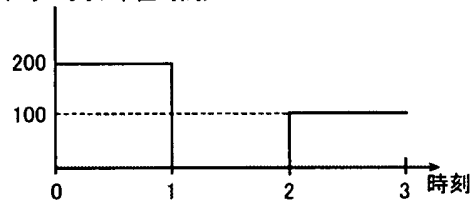
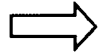
[図12]



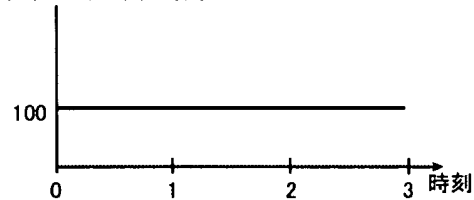
[図13]

(a1)[タイマーイベント登録時の実行時間要求]

(a2)[決定されたタイマーイベント実行時間]

(b1)[CPU動作周波数
(要求のまま実行した場合)]動作周波数
(Mクロック/単位時間)タイマーイベント
実行時間の決定

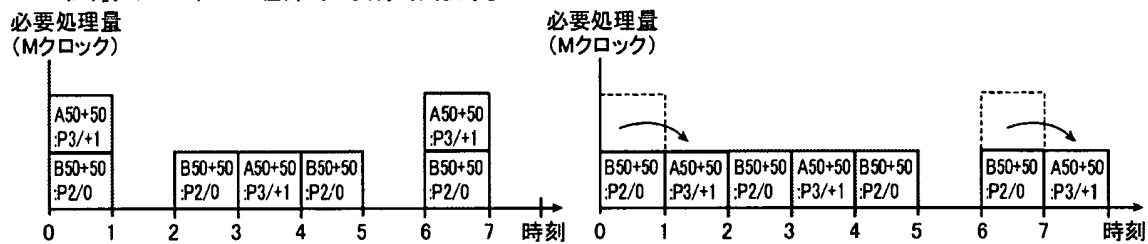
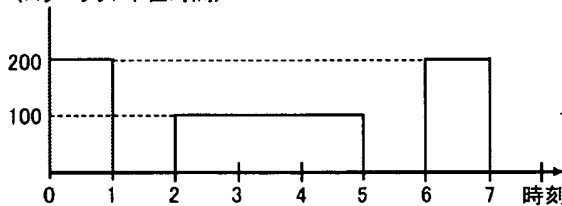
(b2)[CPU動作周波数(実行時間決定後)]

動作周波数
(Mクロック/単位時間)

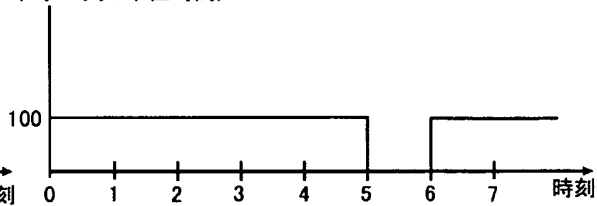
[図14]

(a1)[タイマーイベント登録時の実行時間要求]

(a2)[決定されたタイマーイベント実行時間]

(b1)[CPU動作周波数
(要求のまま実行した場合)]動作周波数
(Mクロック/単位時間)プログラム実行時間
の調整

(b2)[CPU動作周波数(実行時間決定後)]

動作周波数
(Mクロック/単位時間)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/007540

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ G06F1/04, 9/48

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ G06F1/04, 9/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003-140787 A (Hitachi, Ltd.), 16 May, 2003 (16.05.03), Par. Nos. [0017] to [0020], [0034] to [0069]; Figs. 3 to 12 (Family: none)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 July, 2005 (25.07.05)

Date of mailing of the international search report

09 August, 2005 (09.08.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G06F1/04, 9/48

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G06F1/04, 9/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2003-140787 A (株式会社日立製作所) 2003.05.16, 段落【0017】-【0020】, 段落【0034】-【0069】, 第3図-第12図 (ファミリーなし)	1-8

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25.07.2005

国際調査報告の発送日

09.8.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中田 剛史

電話番号 03-3581-1101 内線 3521

5E

3456